Gérard Laurent

Cours de TÉLÉVISION

Réception, norme, gestion, traitement vidéo

Tome 1

DUNOD

Gérard Laurent

Cours de TÉLÉVISION

Réception, norme, gestion, traitement vidéo

Tome 1

DUNOD

AVERTISSEMENT :

Les interventions, les essais et les opérations de maintenance ne peuvent être réalisés que par un professionnel habilité, régulièrement en possession des manuels techniques habituellement fournis par les constructeurs et en respect des directives qu'ils contiennent.
En aucune façon, la responsabilité de l'auteur ne saurait être engagée.

Ce pictogramme mérite une explication. Son objet est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, particulièrement dans le domaine de l'édition technique et universitaire, le développement massif du **photocopillage**.

Le Code de la propriété intellectuelle du 1er juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique s'est généralisée dans les établissements d'enseignement supérieur, provoquant une baisse brutale des achats de livres et de revues, au point que la possibilité même pour les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.

Nous rappelons donc que toute reproduction, partielle ou totale, de la présente publication est interdite sans autorisation du Centre français d'exploitation du droit de copie (**CFC**, 3 rue Hautefeuille, 75006 Paris).

© DUNOD, Paris, 1996
ISBN 2 10 002832 4

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (Art L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. • Seules sont autorisées (Art L 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relative à la reproduction par reprographie.

Tome 1

Reception,
Normes,
Gestion,
Traitement Vidéo

PREMIERE PARTIE

LE RÉCEPTEUR DE TÉLÉVISION : PRINCIPES GÉNÉRAUX

Mise en situation 1
Les balayages ligne et trame du téléviseur 3
Le signal vidéo composite 6
Reproduction des points de l'image couleur 13
Récepteur de télévision 22
POINTS DE REPÈRE N° 1 30
Organisation fonctionnelle du téléviseur 35

GESTION À MICROCONTÔLEUR

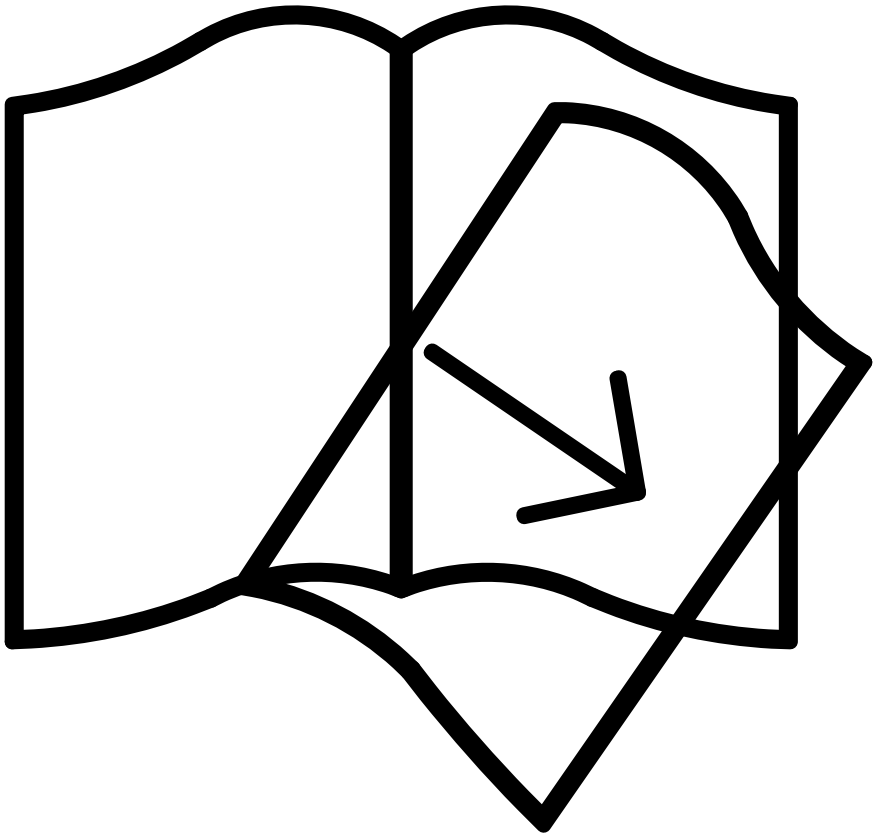
Mise en situation 37
Le microcontrôleur et son environnement 38
Étude de fonctionnement d'un bus I2C 44
Bus série synchrone et compatibilité avec bus I2C 48
Protocole de l'IM bus 52
Ligne de commande analogique 54
Interruption, chien de garde 54
Les mémoires : rappels et mise au point 56
Gestion des fonctionnements et des dysfonctionnements 60
POINTS DE REPÈRE N° 2 65

COMMUTATIONS AUDIO-VIDÉO

Localisation des fonctions 73
Définition des sources audio-vidéo 75
Commutation des sources audiovisuelles 79

TRAITEMENT VIDÉO

Organisation fonctionnelle 87
Codage-décodage SECAM : le principe 89
Codage-décodage NTSC et PAL : le principe 98
Séparation Y-C. Traitement chrominance C et luminance Y 107
Traitements analogiques Y&C : solution PHILIPS 119
Solution IKC2 - ICC7 THOMSON des traitements Y et C 127
Matriçage R-V-B, incrustation, indexation 132
Traitement numérique de Y et C - Format 4/3 - Format 16/9 140
Traitement vidéo 100 Hz 156
Agencement des circuits d'asservissement vidéo 169
Amplification de puissance R, V, B 178



PAGES MANQUANTES

Les oscillogrammes montrent les positions des lignes test générées par les centres de télédiffusion.

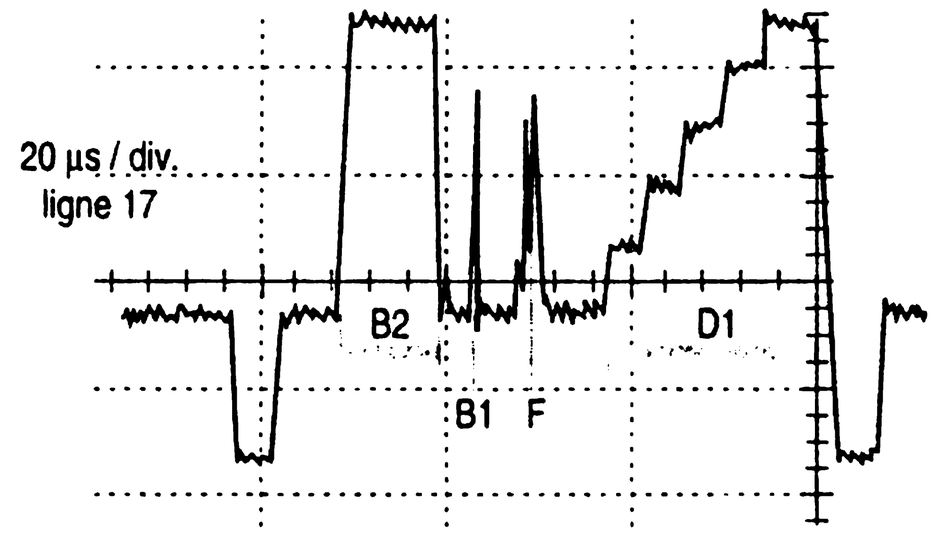


Fig. 35 : Oscillogramme de la ligne 17.

B2 : niveau 100 % → barre blanche de 10 µs (fig. 35).
D1 : escalier de luminance, permet de mesurer la linéarité des dispositifs de la transmission aux fréquences basses.
C1 : permet de repérer les amplitudes des salves de fréquence a, b, c, d, e, et f (fig. 36).

Salves	a	b	c	d	e	f
Fréquences (MHz)	0.5	1,0	2.0	4.0	4.8	5.8

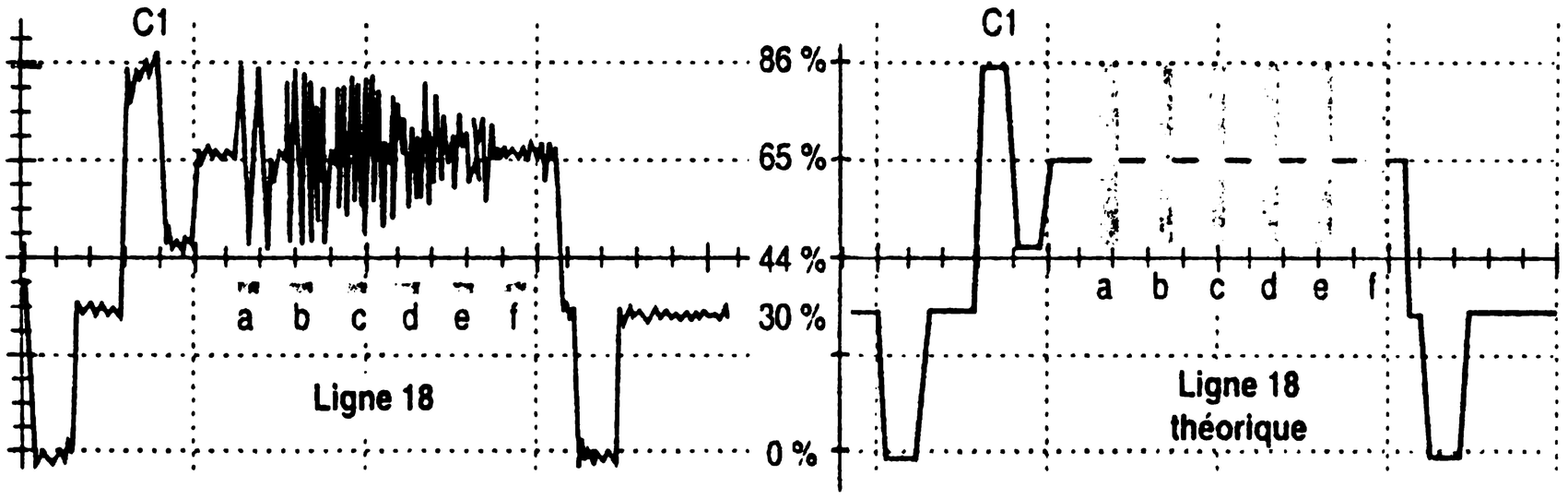


Fig. 36 : Oscillogramme de la ligne 18 comparé à la valeur théorique.

L'analyse de l'amplitude des salves constituant la ligne test n° 18 (fig. 36) permet de déterminer la bande passante du signal disponible en sortie de l'étage de démodulation vidéo.

L'oscillogramme de la ligne 18 montre que la salve 5,8 MHz (repérée f) n'est restituée qu'avec une amplitude pratiquement nulle : le défaut est-il dû aux équipements de télédiffusion ou aux étages de réception du téléviseur ?

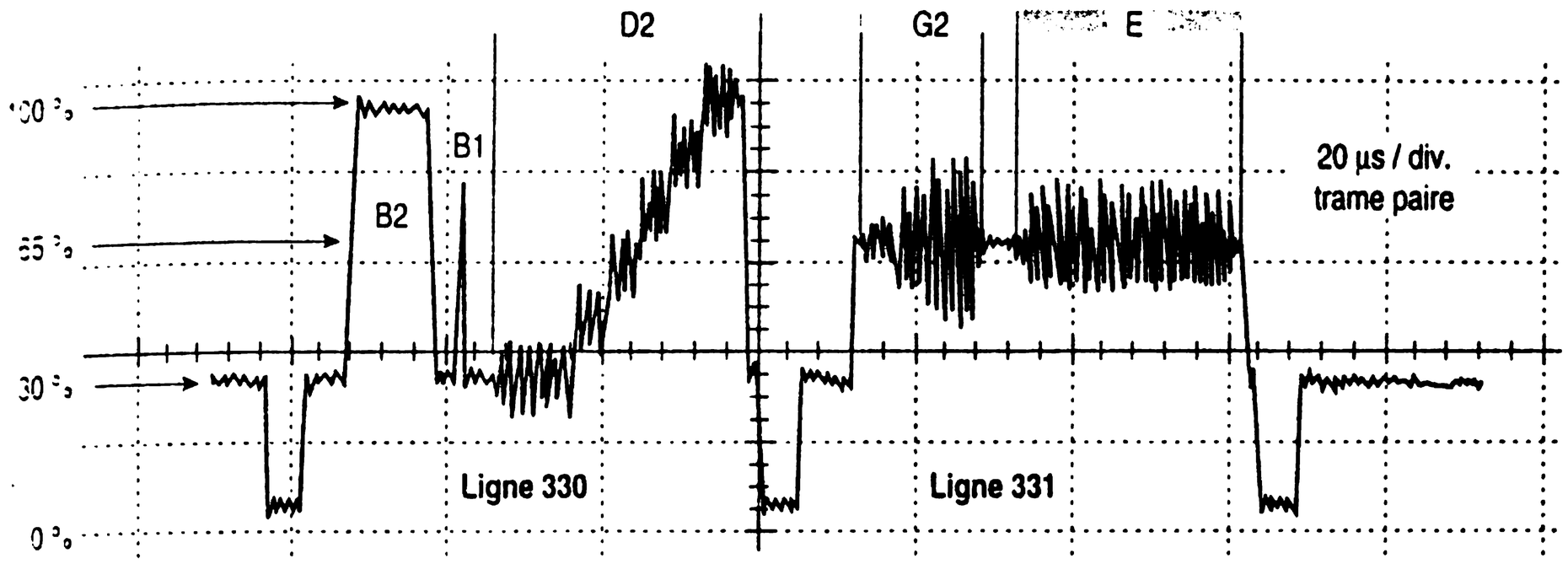


Fig. 37 : Oscillogrammes des lignes 330 et 331.

D2 : escalier de luminance avec sous-porteuse chrominance (fig. 37). Il est la somme de D1 et d'une amplitude constante de la sous-porteuse couleur.
G2 : escalier de chrominance.
E : barre de référence 4.43 MHz permettant de vérifier le comportement (gain) de la chaîne de transmission à la fréquence de la sous-porteuse chrominance PAL.

Signaux vidéo composites visualisés à fréquence ligne

1re mesure

Source UHF. antenne : générateur de mire de barres, norme L, C codé SECAM.
Réglage du téléviseur en réception : chaîne configurée normes L, L'.
Point de mesure : broche 19 de la Péritel (fig. 38).

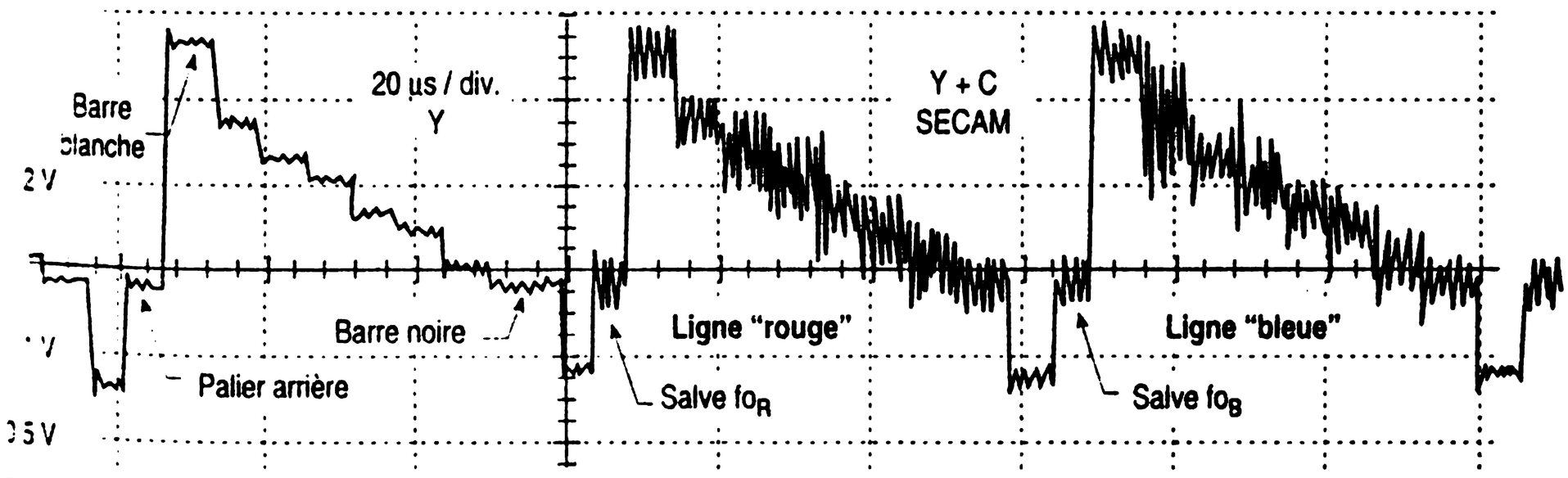


Fig. 38 : Oscillogrammes des contenus vidéo (L, SECAM).

Pour faciliter la lecture, la première ligne ne représente que le signal de luminance Y.

2e mesure

Source UHF, antenne : générateur de mire de barres norme G, C codé PAL.
Réglage du téléviseur en réception : chaîne configurée norme G.
Point de mesure : broche 19 de la Péritel (fig. 39).

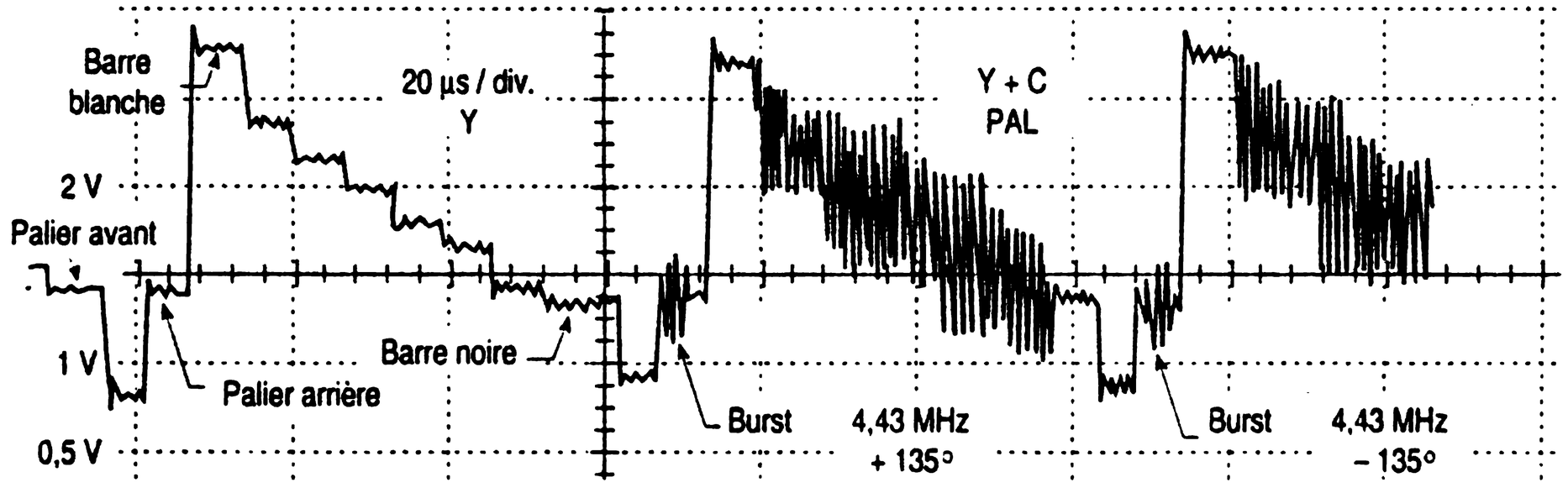


Fig. 39 : Oscillogrammes des contenus vidéo (G, PAL).

Une analyse rapide permet de reconnaître les signaux CVBS codés PAL (fig. 39) (en comparaison aux signaux codés SECAM (fig. 38)) : le signal de chrominance a une amplitude nulle sur les niveaux de Y correspondant aux barres blanche et noire.

3e mesure

Source UHF, antenne : générateur de mire de barres norme L.
Réglage du téléviseur en réception : chaîne configurée norme G.
Point de mesure : broche 19 de la Péritel (fig. 40).

Dans la situation décrite, on considère qu'une erreur a été volontairement commise lors de la mise en service du téléviseur : la source est à la norme L alors que le téléviseur est configuré en norme G.
L'oscillogramme suivant (fig. 40) représente le signal vidéo composite mesurée sur la broche 19 de la Péritel : la vidéo est inversée (pour en faciliter la lecture, la première ligne ne représente que le signal de luminance Y).

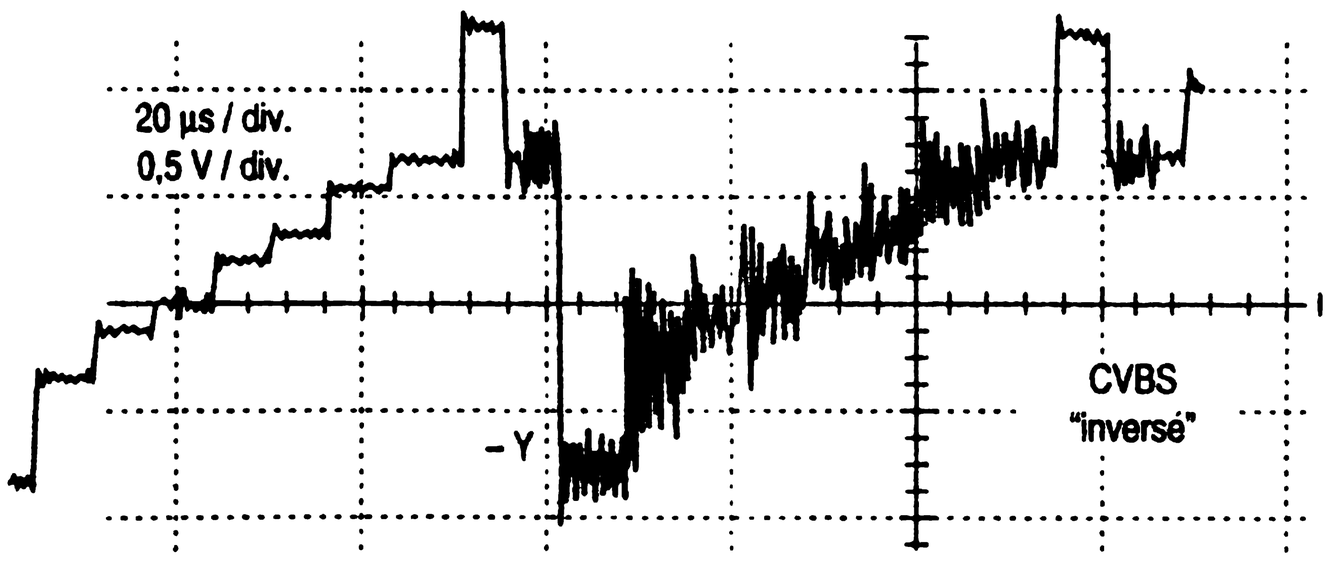


Fig. 40 : Vidéo inversée (suite à une erreur de norme).

Qui plus est, on note les anomalies suivantes :
• l'image du téléviseur est *déchirée*, montrant une instabilité horizontale. Il arrive que l'image *décroche*, caractérisant un défaut de stabilité verticale. Enfin, on peut constater des *erreurs* dans la restitution des couleurs,
• l'oscilloscope : on note une difficulté à *déclencher* convenablement la base de temps pour visualiser un oscillogramme stable sur l'écran de l'oscilloscope,
• de plus, à supposer que *l'erreur de norme* soit consécutive à un dysfonctionnement, le défaut peut être mis en évidence en visualisant le signal vidéo présent en broche 19 de la Péritel.

4e mesure

Source UHF, antenne : émission norme L; SECAM.
Réglage du téléviseur en réception : chaîne configurée normes L, L'.
Point de mesure : broche 19 de la Péritel (fig. 41).

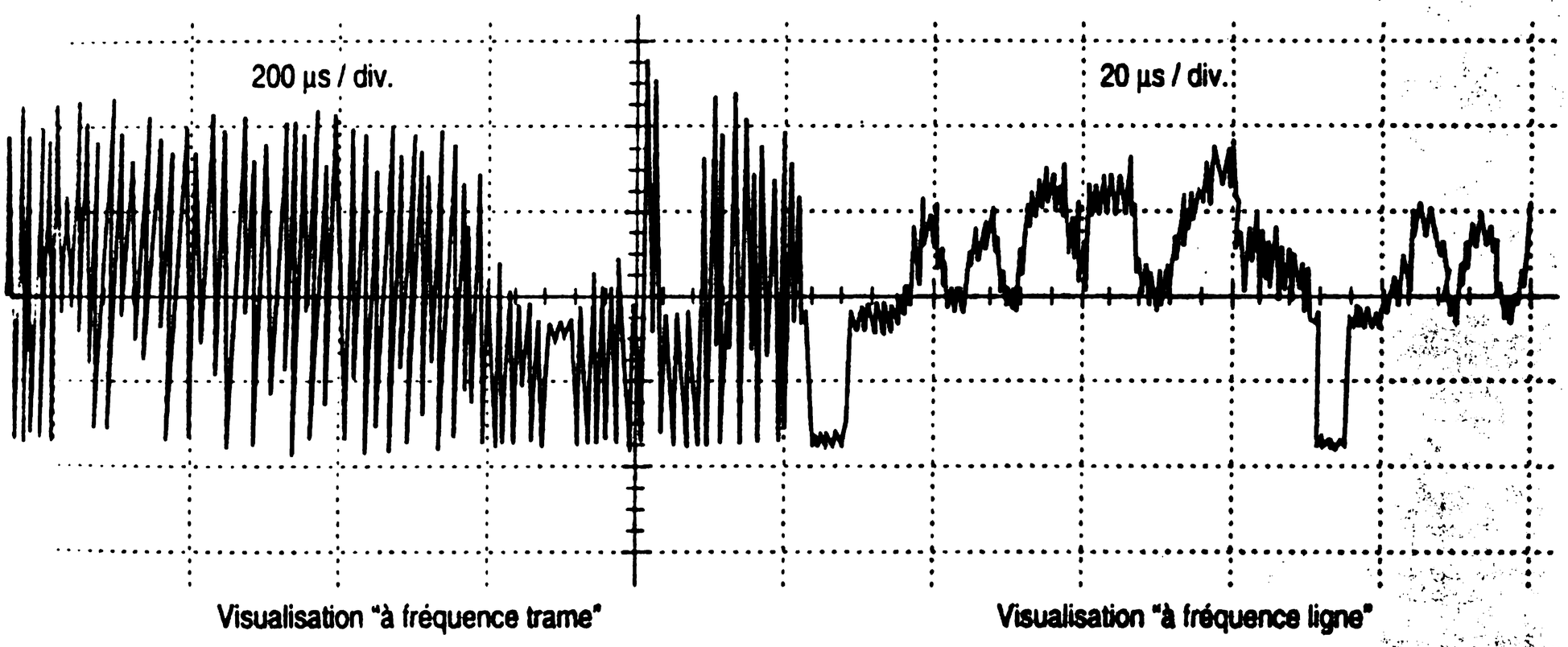


Fig. 41 : Vidéo composite à fréquence trame puis à fréquence ligne.

ORGANISATION FONCTIONNELLE DU TÉLÉVISEUR

Afin de conserver une relative clarté, les fonctions réalisant la voie audio ne sont pas développées.

La fonction péri-TV (repère 2 du schéma (fig. 42)) regroupe les interfaces de communication avec les prises audio, vidéo ou bus. Elles permettent l'acquisition de signaux délivrés par une source extérieure ou de communiquer avec un micro-ordinateur. C'est en particulier le rôle de la *prise bus* qui peut être utilisée pour faire des réglages ou un diagnostic lorsqu'un dysfonctionnement est constaté.

On gardera présent à l'esprit, qu'outre l'organisation fonctionnelle, le rôle joué par la *gestion* est particulièrement important. Le déroulement du programme principal au démarrage conditionne de plus en plus tout le fonctionnement du téléviseur. C'est l'aspect logiciel (*software*) du fonctionnement.

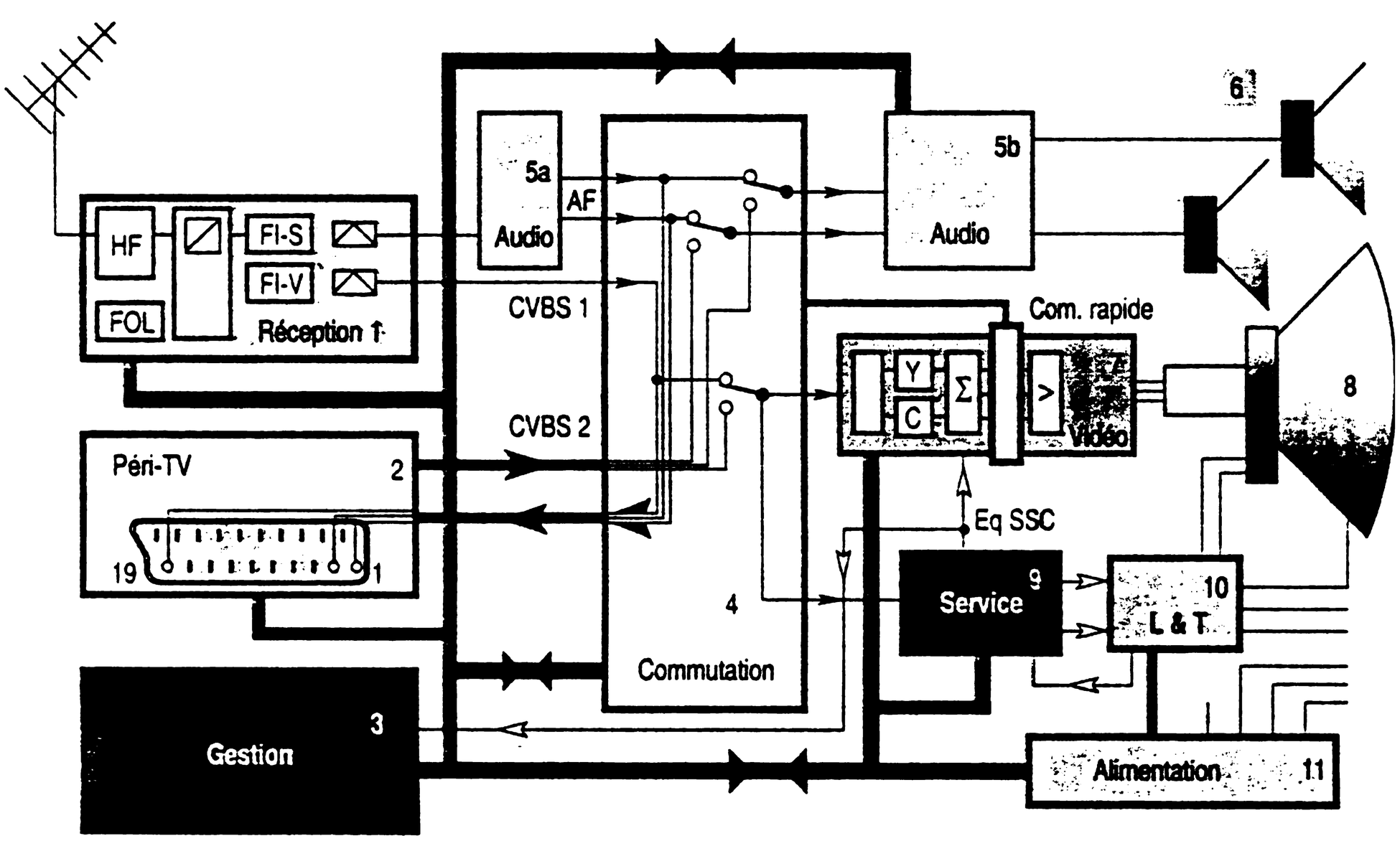


Fig. 42 : Le récepteur de télévision.

CHAPITRE 2
GESTION À MICROCONTRÔLEUR

MISE EN SITUATION

La fonction *gestion* est appelée à asservir le fonctionnement du téléviseur aux ordres donnés par l'utilisateur et à surveiller la vraisemblance du *comportement* électrique des fonctions du téléviseur.
En outre, les asservissements mis en œuvre permettent de diminuer le nombre de réglages par potentiomètre lors de la fabrication. En période d'utilisation, les asservissements permettent de compenser automatiquement les dérives des caractéristiques de certains composants (dérives dues au vieillissement ou à des phénomènes physiques externes), dans la mesure où les valeurs restent dans une certaine fourchette de tolérance.

Enfin, il est possible de mesurer un dysfonctionnement et de le mémoriser, sans interrompre le fonctionnement du téléviseur quand le dysfonctionnement mesuré n'est pas dangereux pour l'appareil ou pour l'utilisateur.

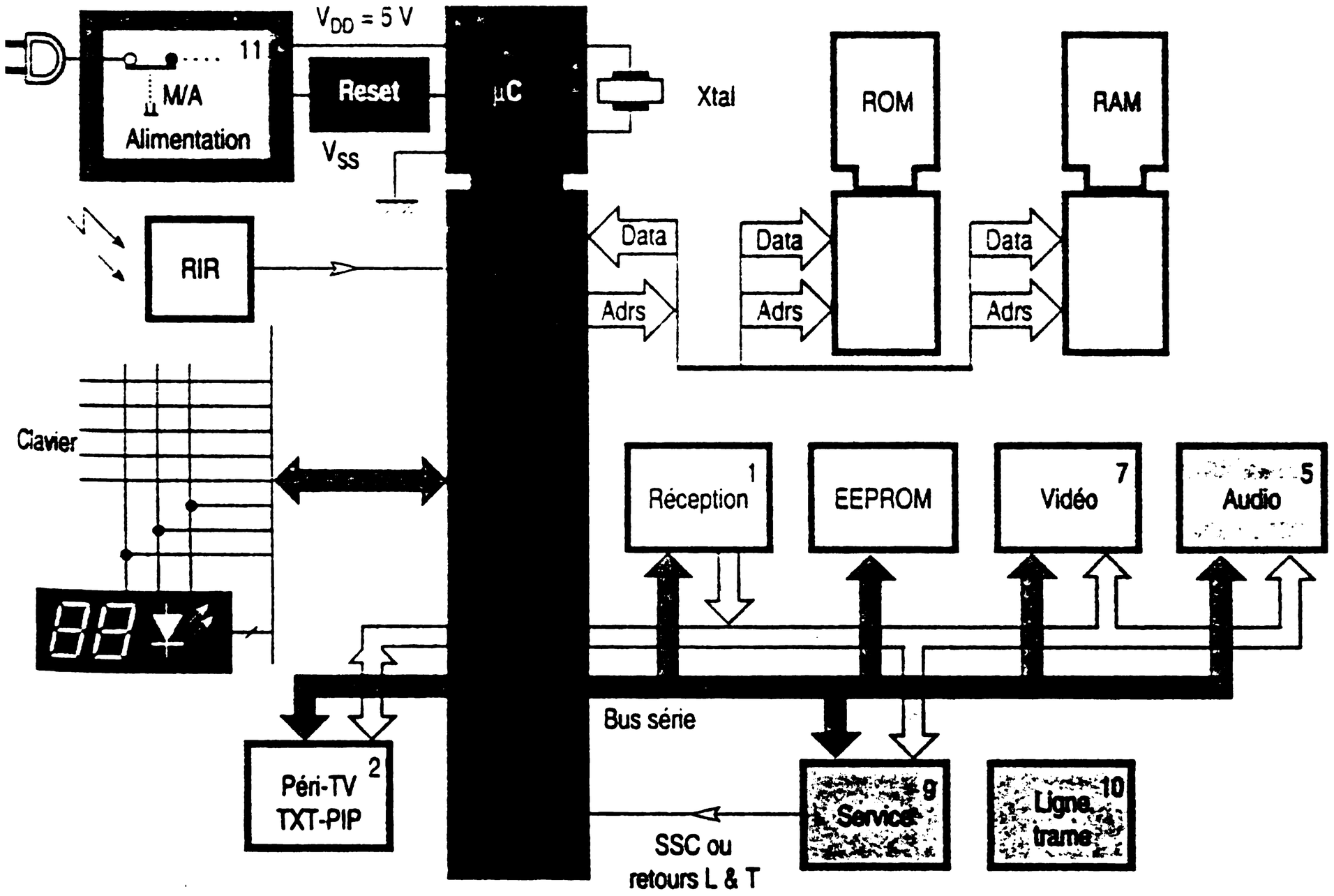


Fig. 1 : La gestion et les autres fonctions du téléviseur.

Selon la solution retenue par le constructeur pour l'organisation des liaisons (fig. 1), la capacité des mémoires nécessaires peut varier.
Ici, deux solutions ont été envisagées :
• utilisation de la mémoire RAM et ROM lorsque les capacités sont importantes et les temps d'accès relativement courts,
• utilisation de la mémoire EEPROM quand la capacité nécessaire est plus réduite et quand les temps d'accès ne sont pas un facteur déterminant.

Un autre facteur déterminant de l'architecture mise en place autour du microcontrôleur, réside dans le choix des modes de communication entre les circuits réalisant les fonctions.

Communication de type numérique (liaisons organisées en bus)

Bus parallèle

Par exemple, un bus de données parallèle de 8 bits permet le transfert d'un mot de 8 bits (1 octet) pendant un cycle d'horloge.

Bus série

À chaque cycle d'horloge, un bit est transmis. Pour transférer un mot de 8 bits, huit cycles d'horloge sont nécessaires.
Si le transfert des informations sur un bus parallèle est plus rapide, le nombre de liaisons électriques (fils ou pistes) à prévoir entre les boîtiers est plus important et plus difficile à réaliser.

Communication de type analogique

Une conversion numérique/analogique des informations issues du microprocesseur ou du microcontrôleur est nécessaire. Pour une donnée en entrée du microcontrôleur, la conversion analogique/numérique doit aussi être réalisée.

L'interface de sortie, interne au microcontrôleur, fabrique des signaux de type PWM (*Pulse Wave Modulation*).

LE MICROCONTRÔLEUR ET SON ENVIRONNEMENT

Concept service

Nous mettons en évidence trois aspects du fonctionnement d'une structure organisée autour d'un microprocesseur ou microcontrôleur intégré.

Hardware (littéralement, la quincaillerie)

Il décrit le microprocesseur et son environnement.

Les mémoires vives et les mémoires mortes

• RAM (*Random Acces Memory*)
Mémoire à lecture/écriture à accès aléatoire. Les données sont perdues lors d'une interruption de l'alimentation.

• DRAM (*Dynamic RAM*)
RAM Dynamique. Cette mémoire de grande capacité doit être rafraîchie périodiquement.
• SRAM (*Static RAM*)
RAM statique. Terme souvent confondu avec le terme générique RAM.
• NVRAM (*Non Volatile RAM*)
Mémoire RAM sauvegardée.
• ROM (*Read Only Memory*)
Mémoire à lecture seule, programmée lors de sa fabrication.
• PROM (*Programmable ROM*)
• EEPROM (*Electricaly Erasable PROM*)
PROM effaçable électriquement. généralement utilisée pour la sauvegarde des réglages de l'utilisateur.

Les interfaces de communication pour périphériques (ACIA, PIA, PWM, etc.)

ACIA (*Asynchronous Communications Interface Adapter*)
PIA (*Peripheral Interface Adapter*)
PWM (*Pulse Wave Modulator*)
Modulation du rapport cyclique d'un signal rectangulaire. En fait, cette fonction peut être réalisée par un PIA. Il réalise les liaisons entre les boîtiers (bus de donnée, bus d'adresse, bus de contrôle) ainsi que la distribution *des signaux de service*.

Software (logiciel)

Il organise l'enchaînement des phases de travail à accomplir et est stocké en mémoire ROM, de façon permanente.
Entre autres opérations, il permet la lecture ou l'écriture de données intermédiaires en mémoire RAM ou NVRAM.

Certaines routines du logiciel ne font pas nécessairement intervenir de nouvelles données. C'est le cas par exemple :
• d'une *scrutation* du clavier,
• d'un rafraîchissement de l'affichage.

D'autres routines interrogent en permanence un port positionné en entrée. Cela se produit dans l'exemple d'une recherche automatique de station (mode *scan*). Quand un émetteur suffisamment puissant est reçu, il faut en informer le microcontrôleur (*stop*) pour qu'il verrouille la syntonisation (fig. 2).

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

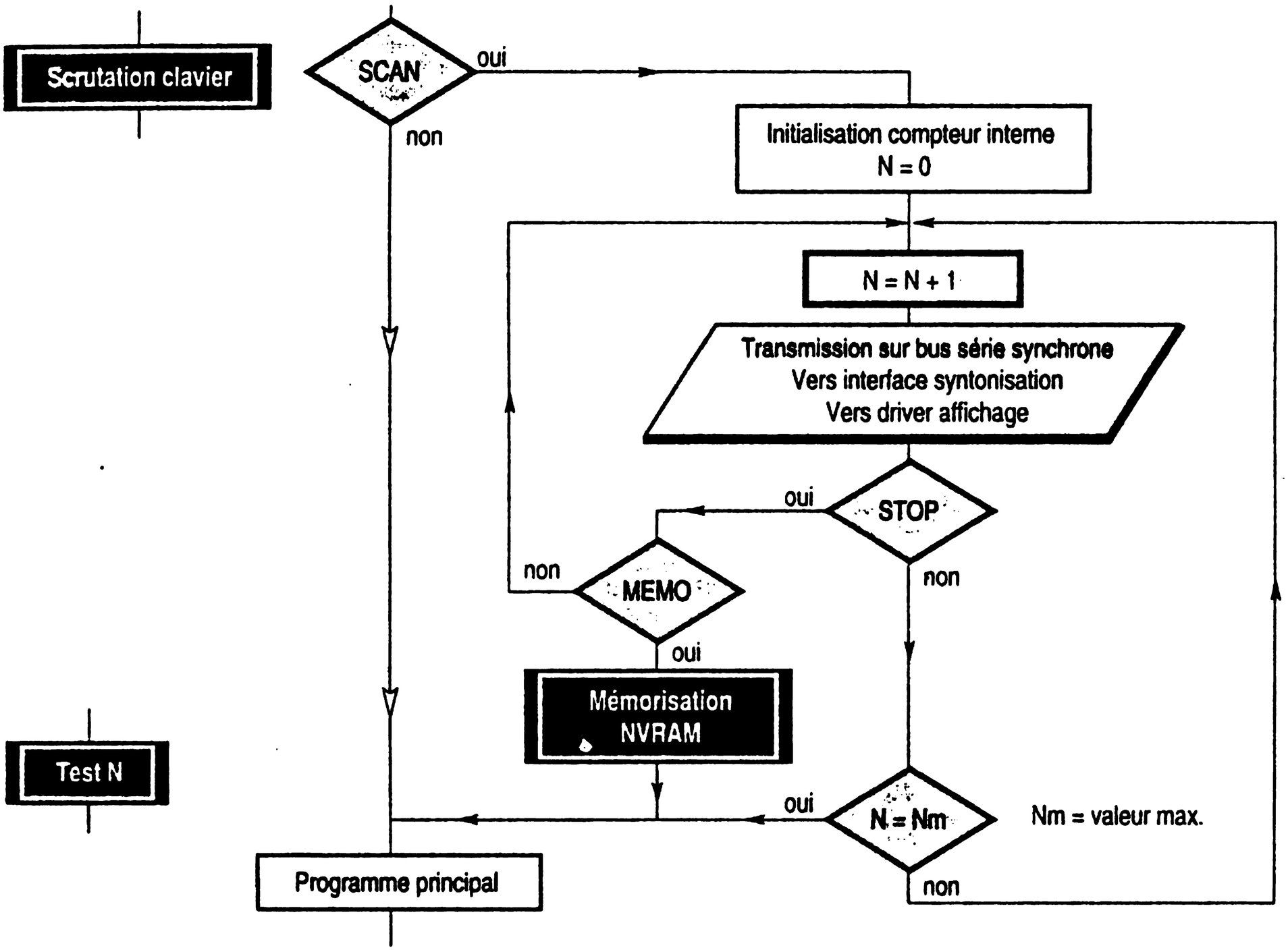


Fig. 2 : Exemple de partie de programme (stocké en ROM).

Signaux de service

Ils sont nécessaires au fonctionnement propre du microcontrôleur (fig. 3).
L'alimentation régulée (généralement 5 V) doit avoir un taux d'ondulation très faible.

L'oscillateur d'horloge ou l'horloge est généralement matérialisée par un quartz (ou peut être issue d'un autre processeur).
Le générateur de *reset* ou de *reset barre* permet de démarrer le cycle d'initialisation du microcontrôleur. Quand il est réalisé directement sur les circuits de l'alimentation principale, on lui donne parfois le nom de POR (*Power On Reset*).

Enfin, on note que sur les circuits les plus récents, un dispositif de surveillance du bon fonctionnement avec redémarrage automatique après initialisation peut être mis en place : c'est le *watch dog*.

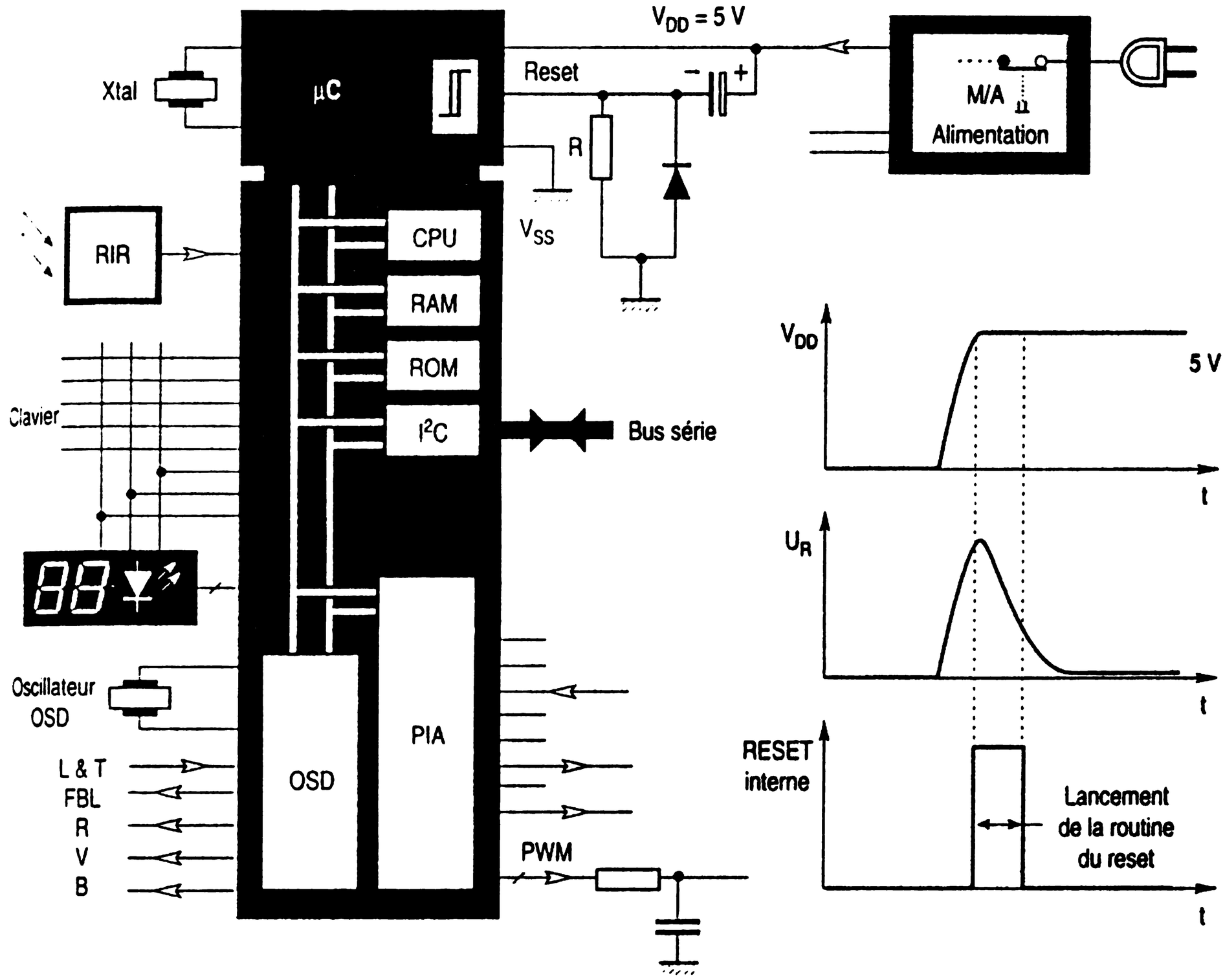


Fig. 3 : Représentation du microcontrôleur mettant en évidence les signaux de service.

Cycles de fonctionnement

Cycle de démarrage et d'initialisation

À la mise en route, après action sur le bouton marche/arrêt, il se produit les changements d'état suivants :

• montée en tension de l'alimentation. Pendant cet état instable et fugitif, les circuits, et en particulier les registres internes, se positionnent dans des états qu'il est impossible de déterminer, soit 0 ou 1,

• démarrage de l'horloge (*Clock*, *Xtal*). La fréquence est généralement fixée par un quartz monté à l'extérieur du boîtier. Le signal mesurable sur le quartz est sinusoïdal. Une mise en forme est réalisée dans le microcontrôleur,

• *reset*, *reset barre*, *Power On Reset*. Il est alors nécessaire d'affecter aux registres internes les valeurs fixées par le programme. Cette opération est réalisée par une routine interne d'initialisation.

Ce programme d'initialisation est déclenché suite à une information générée automatiquement après la montée en tension de l'alimentation par un circuit de *reset* (ou *reset barre*) ou POR (*Power On Reset*) (fig. 3).

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

Il doit être déclenché à nouveau après toute interruption intempestive de l'alimentation.
L'information de *reset* peut être active à un niveau 1 ou 0 selon la technologie employée. On parle alors de *reset* ou de *reset barre*.

Temps partagé

Le microprocesseur (ou le microcontrôleur) doit gérer l'ensemble des entrées et sorties. Le logiciel est écrit de telle façon que le microcontrôleur puisse successivement :
• lire ses ports positionnés en entrée,
• écrire sur les ports positionnés en sortie.

Par exemple :
• scrutation du clavier sur port B ou port C,
• gestion de l'affichage (soit à destination d'un afficheur alphanumérique, soit du générateur OSD ou TXT),
• envoi d'une salve vers la syntonisation,
• lecture des bits du port A (positionnés en entrée),
• commandes sur sorties analogiques (PWM).

Bus et architecture interne du système

Dans un souci d'économie, les concepteurs cherchent à limiter le nombre de fils nécessaires à la réalisation des bus, d'autant que le temps de transfert des données n'est généralement pas le critère prépondérant dans le choix des systèmes mis en œuvre pour réaliser les circuits de gestion.
Une transmission série des données est réalisée après conversion parallèle/série de chaque octet. Nous rappelons à cet effet le principe de fonctionnement d'une bascule D (fig. 4), souvent utilisée à la réalisation de registres ou *latches* (sur le schéma de la figure 4, CLR signifie *clear*).

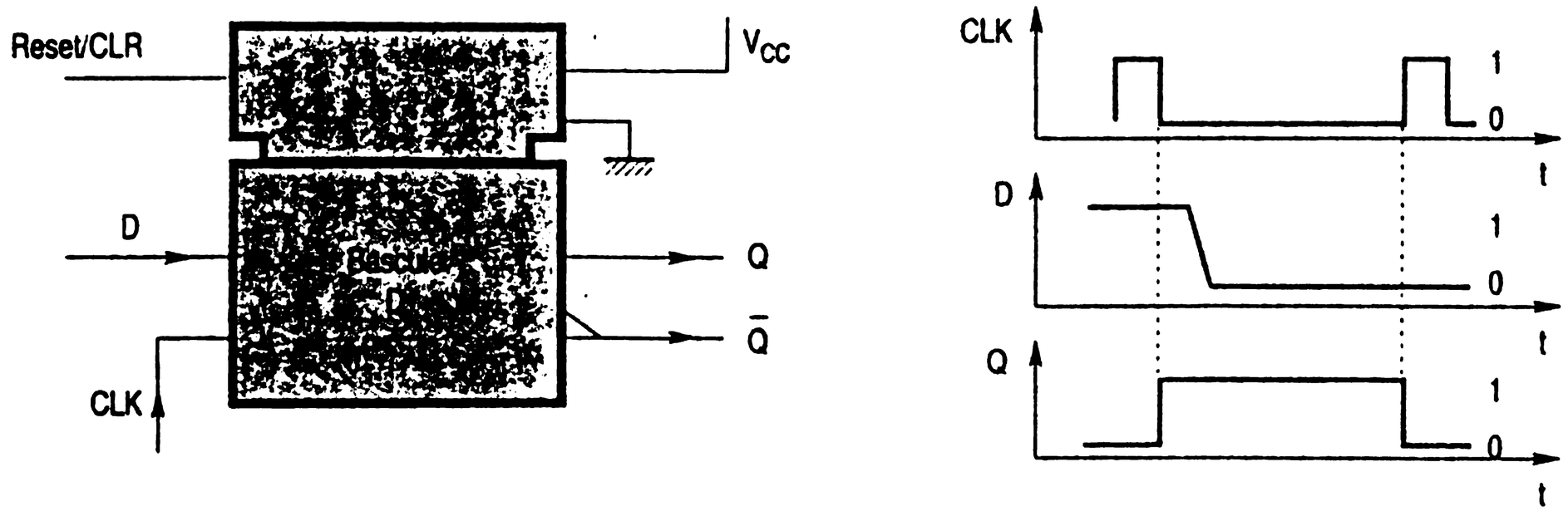


Fig. 4 : Bascule D.

La figure 5 illustre le principe de la conversion parallèle/série d'un octet dans le circuit émetteur (microcontrôleur par exemple).

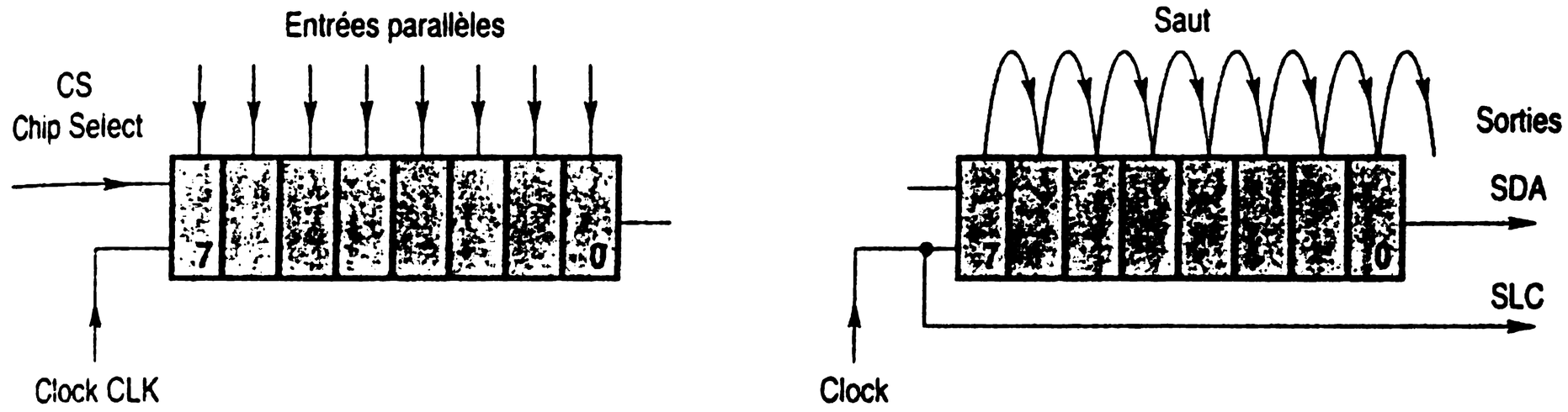


Fig. 5 : Conversion parallèle/série.

Le schéma suivant (fig. 6) illustre le principe de la conversion série/parallèle d'un octet dans le circuit récepteur (circuit esclave du microcontrôleur par exemple).

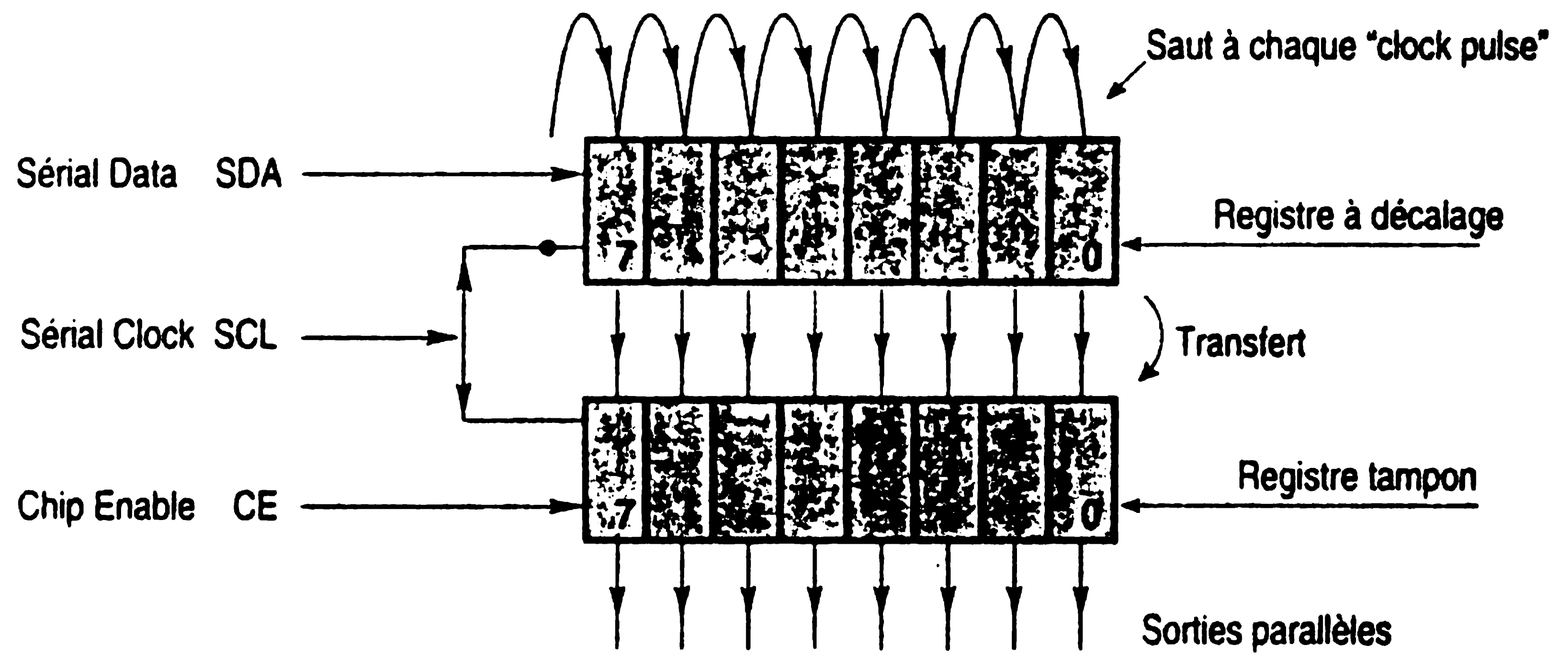


Fig. 6 : Conversion série/parallèle.

REMARQUE Au repos, les lignes du bus sont au niveau 1. Ce résultat est lié au choix des structures internes des circuits. Le niveau 1 est le résultat d'un état haute impédance (HZ) des ports de sortie et des éléments de *pull up* (résistances alimentées en 5 V).

La figure 7 montre la structure interne des lignes de sortie : le circuit de drain des transistors à effet de champ (FET – *Field Effect Transistor*) est fermé sur l'alimentation par la résistance de *pull up*.

Entrées prioritaires

Une entrée prioritaire peut être câblée. Son rôle est de générer une interruption dans le déroulement du programme en cours :

- routine d'interruption pour la sauvegarde de l'état de fonctionnement de la machine en cas de détection d'une baisse de la tension d'alimentation.
- routine d'interruption pour prendre en compte un dysfonctionnement mesuré par les circuits de sécurité.

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

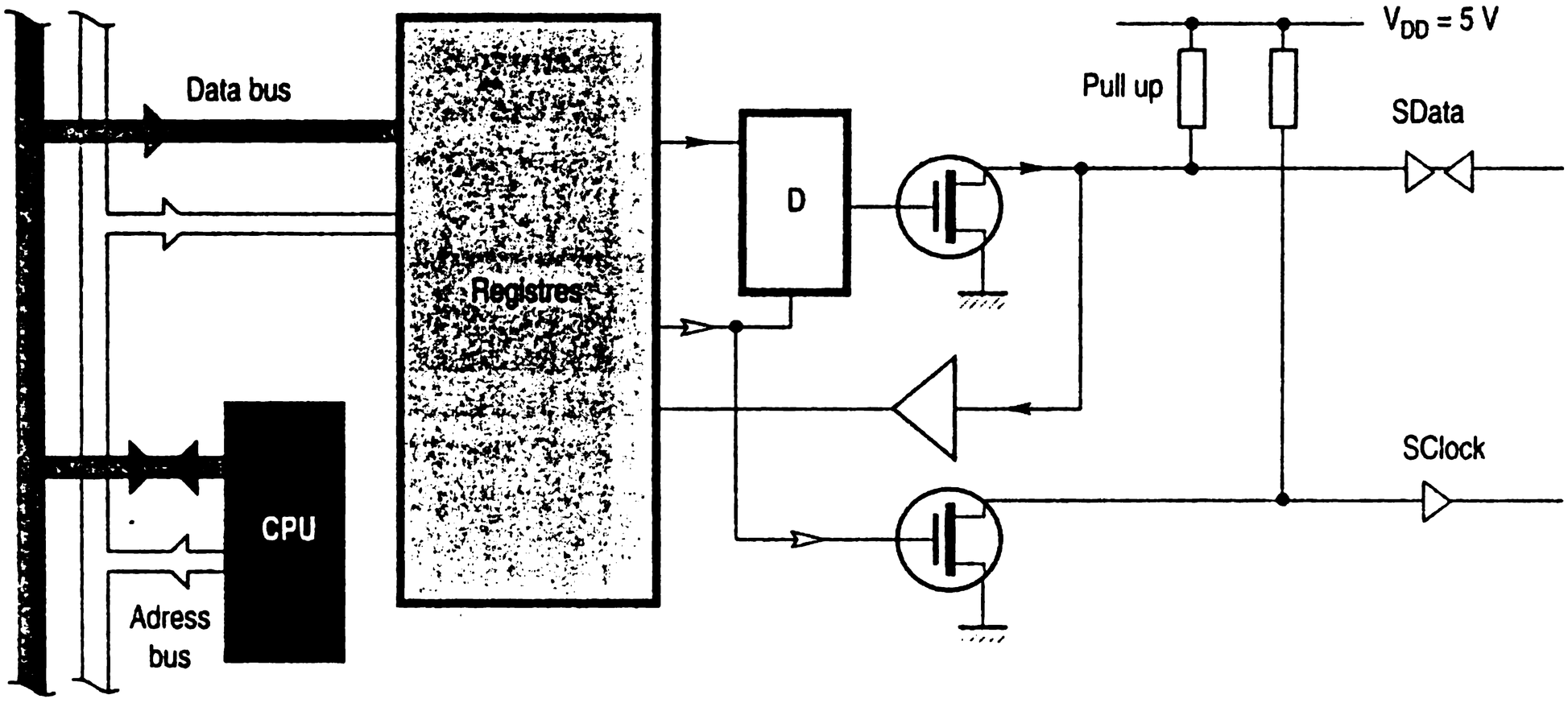


Fig. 7 : Structure interne des lignes de bus du microcontrôleur.

ÉTUDE DE FONCTIONNEMENT D'UN BUS I2C

Le bus I2C a été mis au point et développé par PHILIPS.

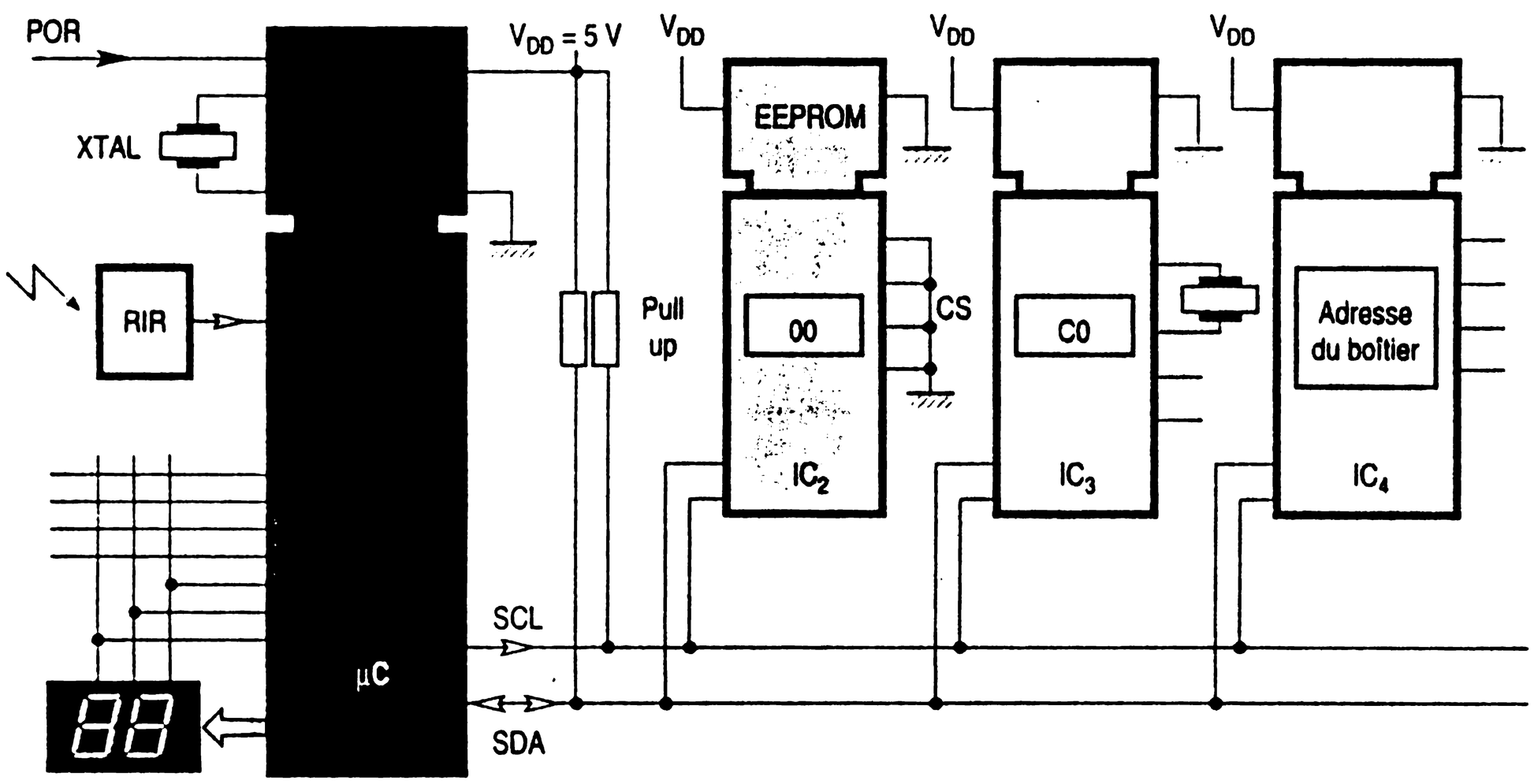


Fig. 8 : Agencement d'une liaison pour bus I2C.

Constitution et fonctionnement du bus I2C

Le bus I2C est constitué par deux lignes (fig. 8) :

• la ligne *Serial DAta* (SDA), ligne bidirectionnelle assurant la circulation des données. Les données sont transmises avec le bit le plus significatif en tête (MSB – *Most Significant Bit*),

• la ligne *Serial CLock* (SCL) assure la circulation des impulsions d'horloge de façon à ce que les circuits câblés sur le bus puissent utiliser la même référence de temps. Le circuit, qui demande l'établissement d'un transfert, impose son horloge aux autres circuits, devenus esclaves pour la circonstance. En général, en télévision, il n'existe qu'un circuit maître : le microcontrôleur de gestion. Il est le seul à générer un signal d'horloge sur la ligne SCL.

Le microcontrôleur de gestion doit gérer un certain nombre d'entrées et de sorties. Le transfert des informations sur les lignes du bus I2C se fait séquentiellement (salve). Quand les lignes du bus sont au repos (fig. 9), le microcontrôleur étant affecté à d'autres tâches, les lignes SDA et SCL sont débranchées (haute impédance Hz). Le niveau électrique est alors fixé par les résistances de *pull up* et par VDD.

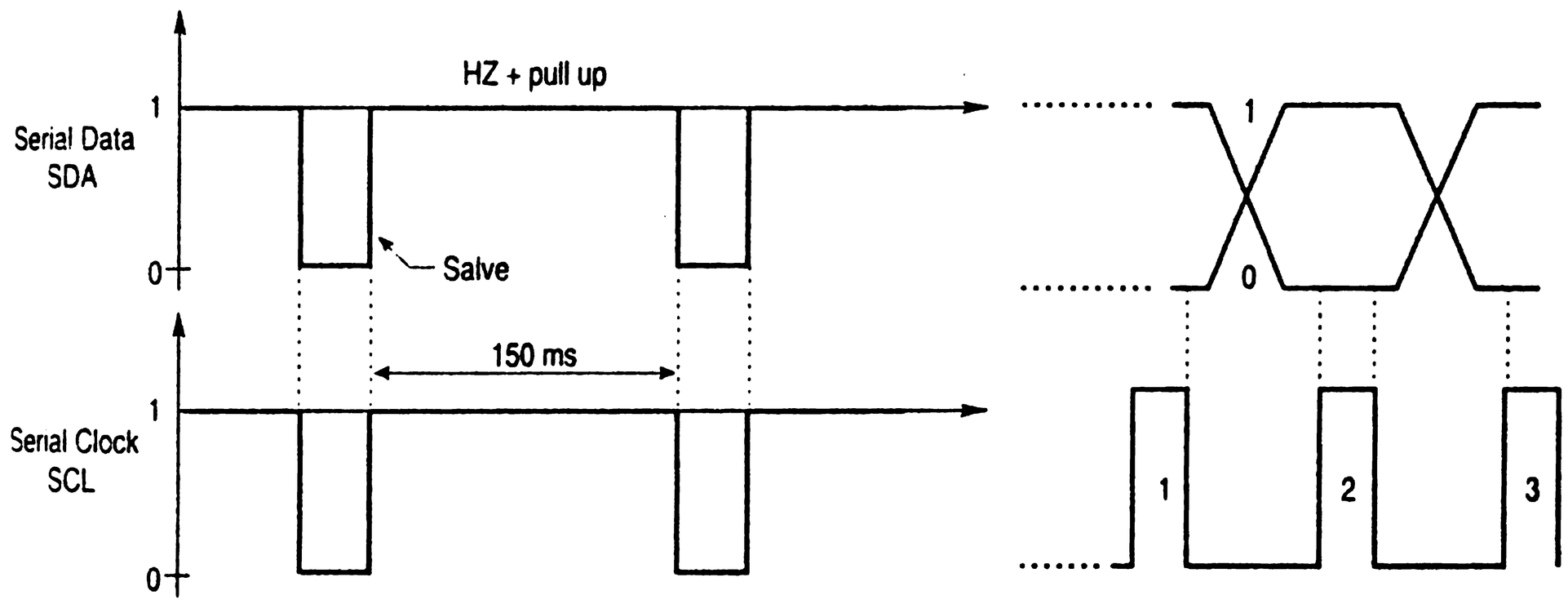


Fig. 9 : Niveaux électriques présents sur le bus I2C.

Conditions de start *et de* stop *du protocole I2C*

Préalablement à toute communication entre le circuit *maître* (microcontrôleur de gestion) et les circuits *esclaves*, le maître doit informer les esclaves du début de la communication : c'est la condition de *start* (fig. 10).

Les circuits récepteurs au standard I2C se mettent aux ordres du microcontrôleur de gestion. Il faut libérer les circuits récepteurs en fin de séquence de transfert c'est le rôle de l'information de *stop* (fig. 10).

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

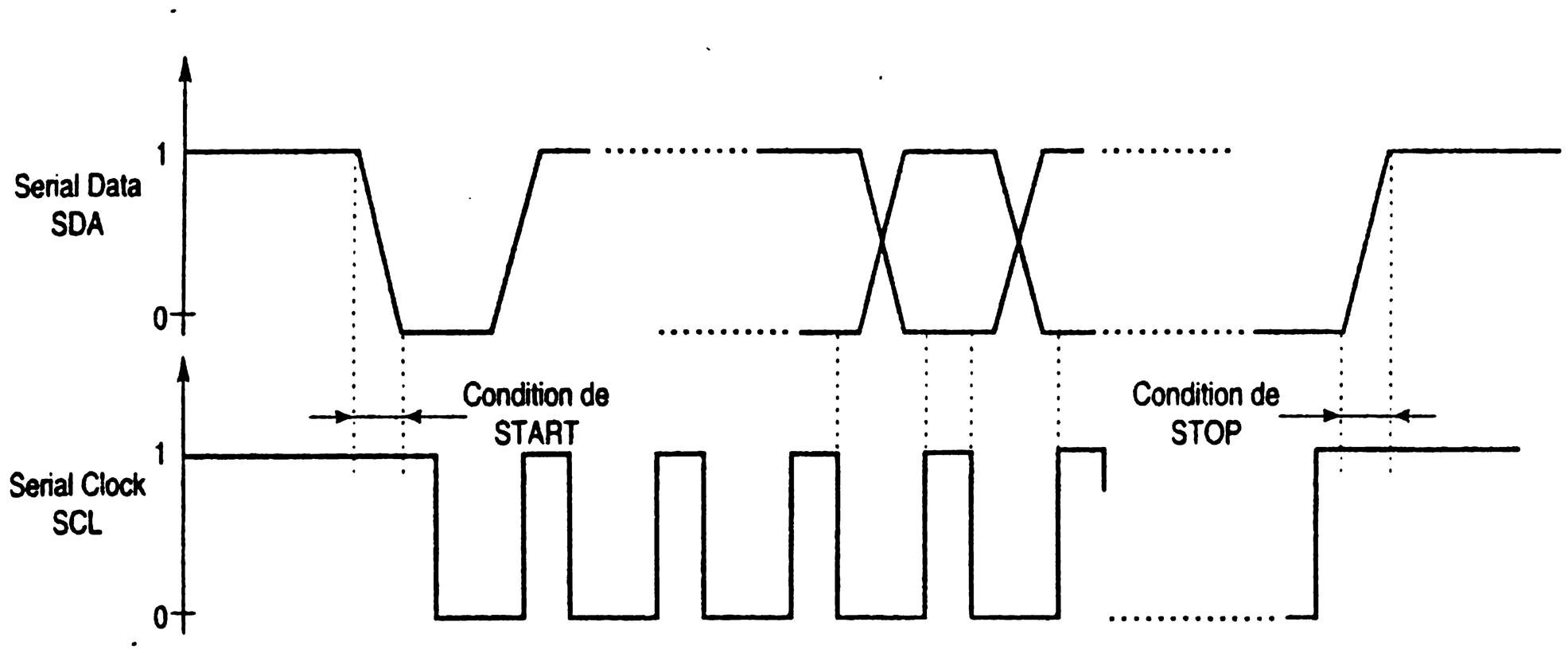


Fig. 10 : Conditions de start et de stop.

Start : le SDA tombe à 0 quand SCL est maintenue à 1.
Stop : le SDA monte à 1 quand SCL est maintenue à 1.

Adressage de l'esclave sur le bus I2C

Les circuits maîtres et esclaves sont en parallèle sur les deux fils SCL et SDA, constituant ainsi le bus I2C. Il est impératif de pouvoir les différencier. Pour cela, chaque circuit esclave est caractérisé par une adresse :
• cette adresse est fixée par câblage (*hardware*). C'est le cas de la mémoire IC2 de type EEPROM sans protection d'écriture (SDA2526 par exemple, fig. 11). Les broches 2, 3, et 4 étant câblées à la masse, la valeur des informations CS (*Chip Select* – sélection du boîtier) est 000.

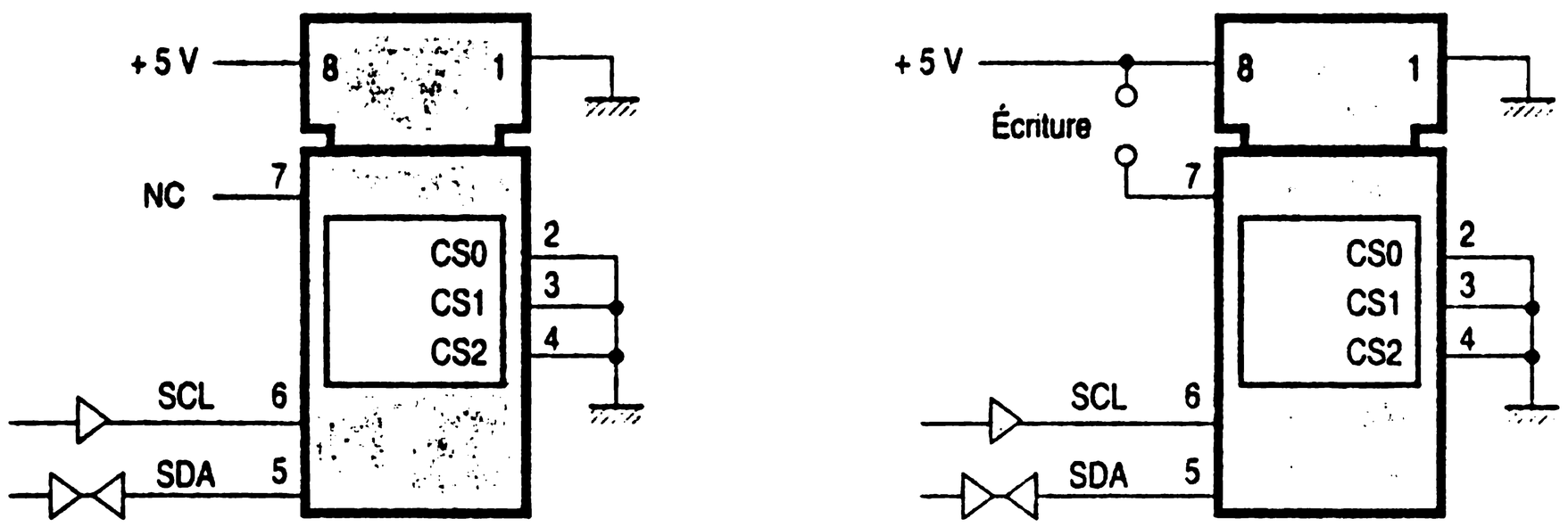


Fig. 11 : Mémoires SDA2526 et SDA3526.

• l'adresse est fixée lors de la fabrication du circuit intégré esclave par un masque. C'est par exemple le cas du IC 3 (fig. 8), qui peut être un SDA3202.
Dans ce cas, faire attention au suffixe en cas de remplacement du circuit suite à un dysfonctionnement.

Le premier mot de 8 bits envoyé par le microcontrôleur de gestion (maître) contient l'adresse (codée sur 7 bits) du CI adressé (esclave) et un bit de lecture ou écriture :

• bit 0 : lorsque le maître demande l'écriture (*write*) dans l'EEPROM ou la transmission des données vers un autre périphérique esclave récepteur,
• bit 1 : lorsque le maître demande la lecture (*read*) des contenus en EEPROM ou l'acquisition de données en provenance d'un périphérique esclave utilisé en interface d'entrée.

Le microcontrôleur maître libère la ligne SDA (passage en haute impédance).
La résistance de *pull up* positionne la ligne SDA à 5 V.
Le maître positionne en lecture son port SDA.
L'adresse étant codée sur 4 bits, il est théoriquement possible d'adresser 27 × 4 bits, soit 128 boîtiers différents !

Au *top* d'horloge suivant (produit par le maître), le maître lit le niveau de la SDA :
• si la SDA = 0 : cet état constitue l'accusé de réception délivré par le circuit adressé. La procédure de transfert sera poursuivie (fig. 12),
• si la SDA = 1 : le circuit adressé n'accuse pas réception. Selon le *software* du microcontrôleur maître, il choisit d'interrompre le transfert, ce qui peut alors être sans conséquence sur le fonctionnement du téléviseur (c'est, par exemple, la procédure retenue dans le cas du CI interface I2C de la platine télétexte qui peut ne pas être montée sur certains modèles).
Le maître génère alors un bit de *stop* pour libérer le bus I2C.

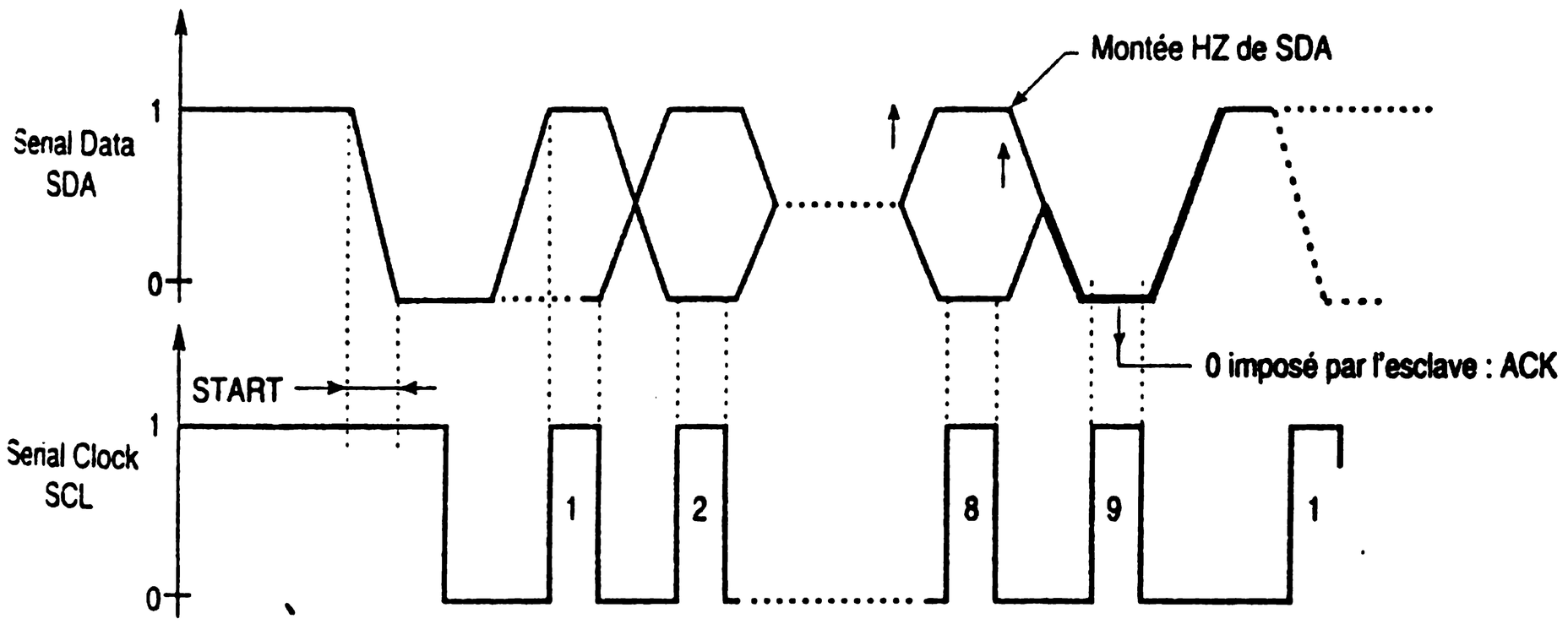


Fig. 12 : L'accusé de réception ACK, élément important du protocole I2C.

REMARQUE Pour le cas où le circuit adressé n'accuse pas réception (ACK *acknoledge* absent), les concepteurs ont choisi de mémoriser un code identifiant le circuit ne répondant pas. Ce code, mémorisé dans la mémoire EEPROM, est accessible au service technique lorsque le téléviseur fonctionne en *mode service*. (L'accès au mode service est réservé au technicien de maintenance).
Il reste à analyser convenablement les renseignements lus dans la mémoire EEPROM.

Transfert des informations sur le bus I2C

Après mise en marche ou après une action du clavier (ou de la télécommande), il faut mettre à jour le contenu des registres des CI esclaves. Le contenu des salves SDA dépend de la mise à jour. En régime établi et en absence d'ordre du clavier ou de la télécommande, le contenu des salves (fig. 13) est identique. Le microcontrôleur de gestion (maître) ne fait qu'un rafraîchissement des contenus des registres.

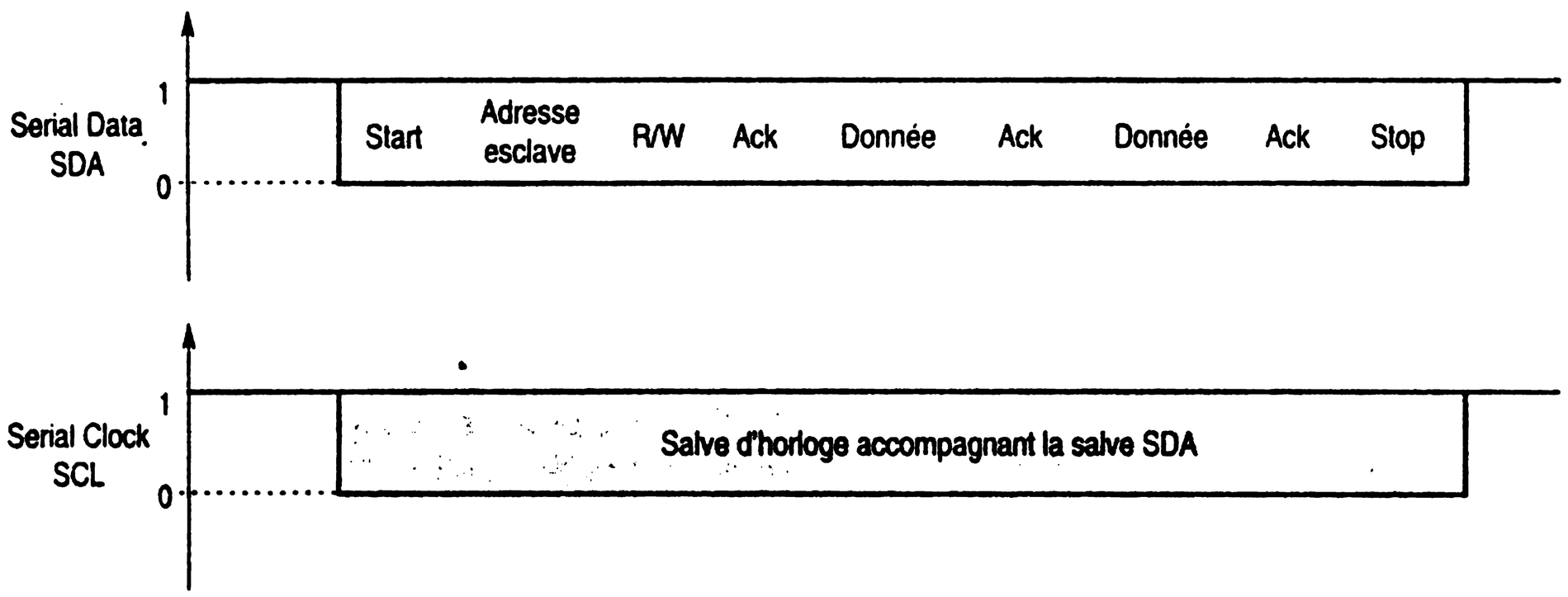


Fig. 13 : Contenu d'une salve I2C.

Les informations transmises sont organisées en mots de 8 bits.
Suite au transfert de chaque mot de 8 bits, l'esclave récepteur accuse réception en générant un *ACKnowledge* (ACK) sur SDA.

Le premier mot de la transmission comporte 7 bits d'adresse et un bit (de poids faible, LSB) permettant de déterminer le sens de transfert des données :
• si le maître (microcontrôleur de gestion) demande une lecture des registres de l'esclave adressé, le bit *read* (R) est à 1,
• si le maître (microcontrôleur de gestion) demande l'écriture d'un mot dans les registres de l'esclave alors le bit *write* (W) est à 0.

En fin de transmission, le microcontrôleur de gestion génère la condition de fin de transfert (*stop*) et libère le bus I2C. Les lignes des ports de l'interface I2C du maître passent à l'état haute impédance.

BUS SÉRIE SYNCHRONE ET COMPATIBILITÉ AVEC LE BUS I2C

En mode série synchrone, il n'y a pas de condition préalable au début de transfert des informations. Il n'y a pas de modification de niveau du SDA pendant l'impulsion du SCL.

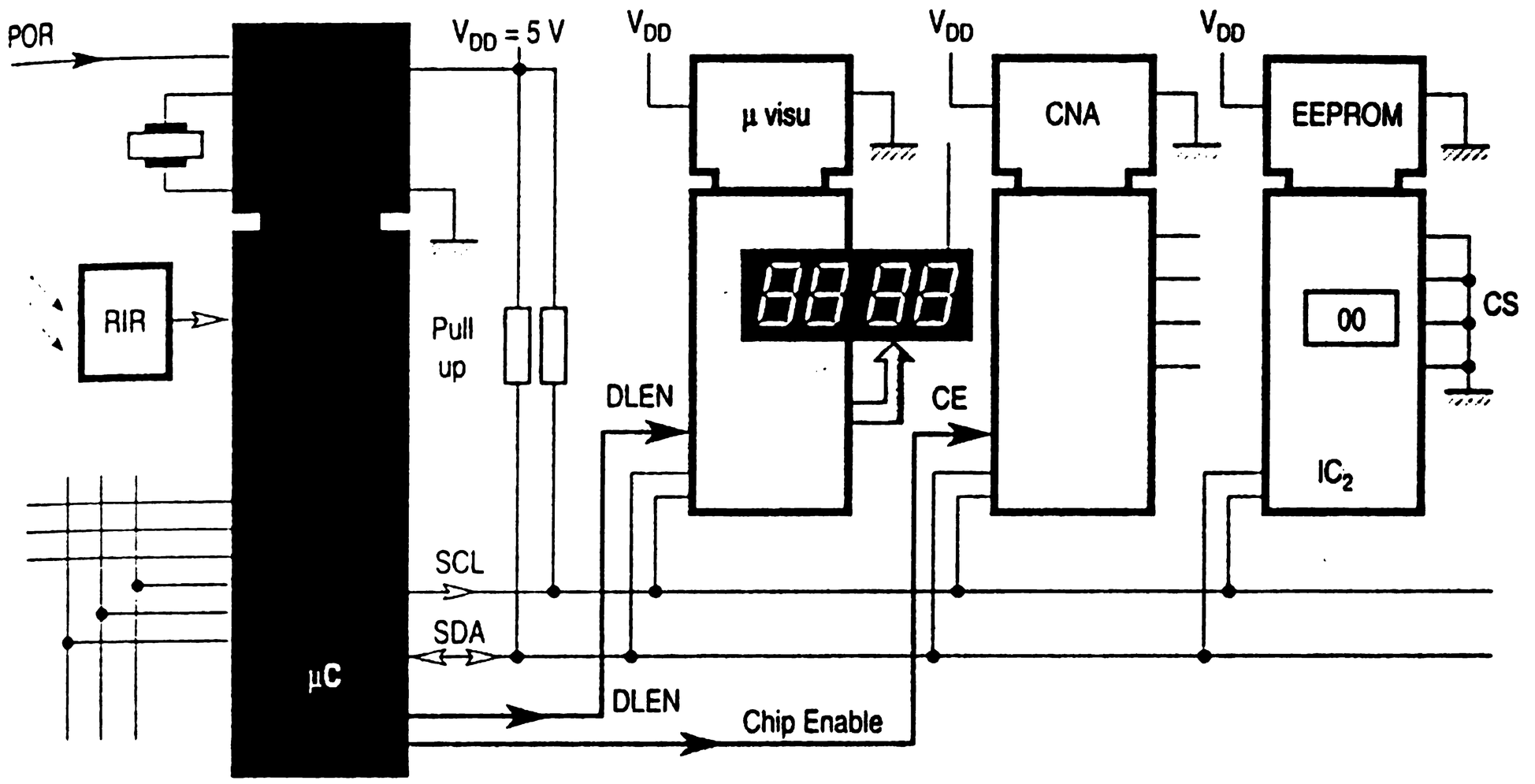


Fig. 14 : Liaisons série synchrone/I2C.

La ligne *Serial DAta* SDA est organisée pour transmettre des mots de 8 bits.

La ligne *serial clock* cadence la transmission et permet, dans le circuit esclave, d'assurer le transfert et le remplissage des registres récepteurs. Le protocole de la transmission série synchrone ne contient pas l'adresse d'un circuit particulier parmi les circuits câblés sur le bus. Il est donc nécessaire d'informer le circuit récepteur pour lui permettre de valider les données qui sont transférées. Une ligne de validation (DEN – *Data ENable*, DLEN – *Data Ligne ENable*, STB – *STroBe* ou STR – *SToRage* – chargement) est affectée à chaque composant intégré esclave (fig. 14).

Dans le chronogramme de la figure 15, c'est d'abord l'interface de visualisation (µ-visu) qui reçoit la salve de données. Le DLEN est activée alors que la ligne de validation CE à destination de la NVRAM est au niveau bas.

REMARQUE Si pour une raison quelconque, un parasite électrique venait à provoquer une montée de tension sur la ligne CE lors d'un transfert de données à l'interface de visualisation (µ-visu), il y aurait risque de prise en compte d'informations erronées par le circuit CNA. La prudence recommande de limiter les applications d'un tel bus dans les récepteurs de télévision.

Il peut cependant être nécessaire d'utiliser des circuits n'intégrant pas d'interface I2C, simplement parce qu'ils ont été conçus avant l'élaboration du standard I2C par PHILIPS ou encore parce qu'ils sont initialement destinés à des applications du domaine professionnel.

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

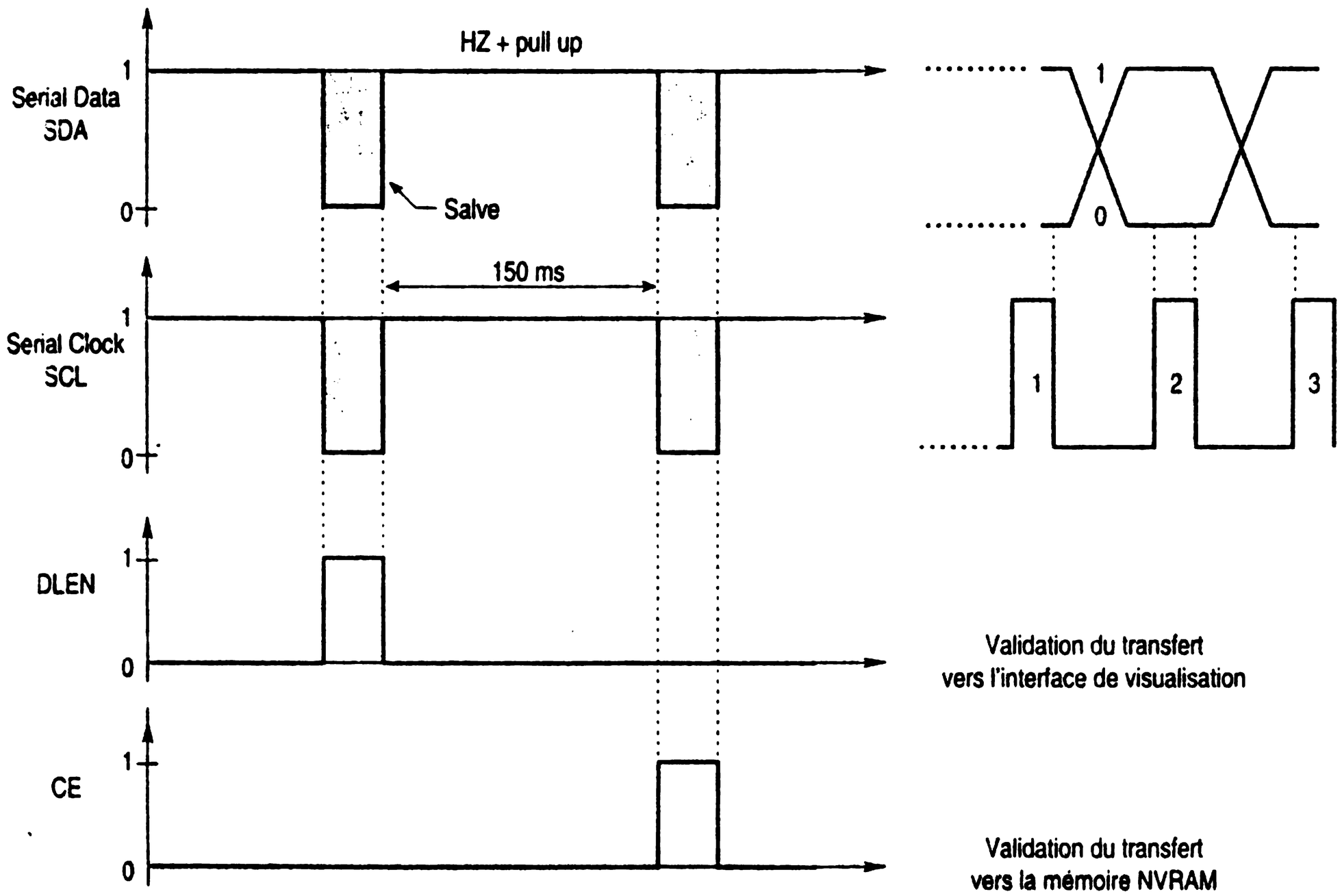


Fig. 15 : Chronogramme de fonctionnement de liaisons séries synchrones.

En outre, cette possibilité permet d'accroître le nombre de CI pouvant être adressé.

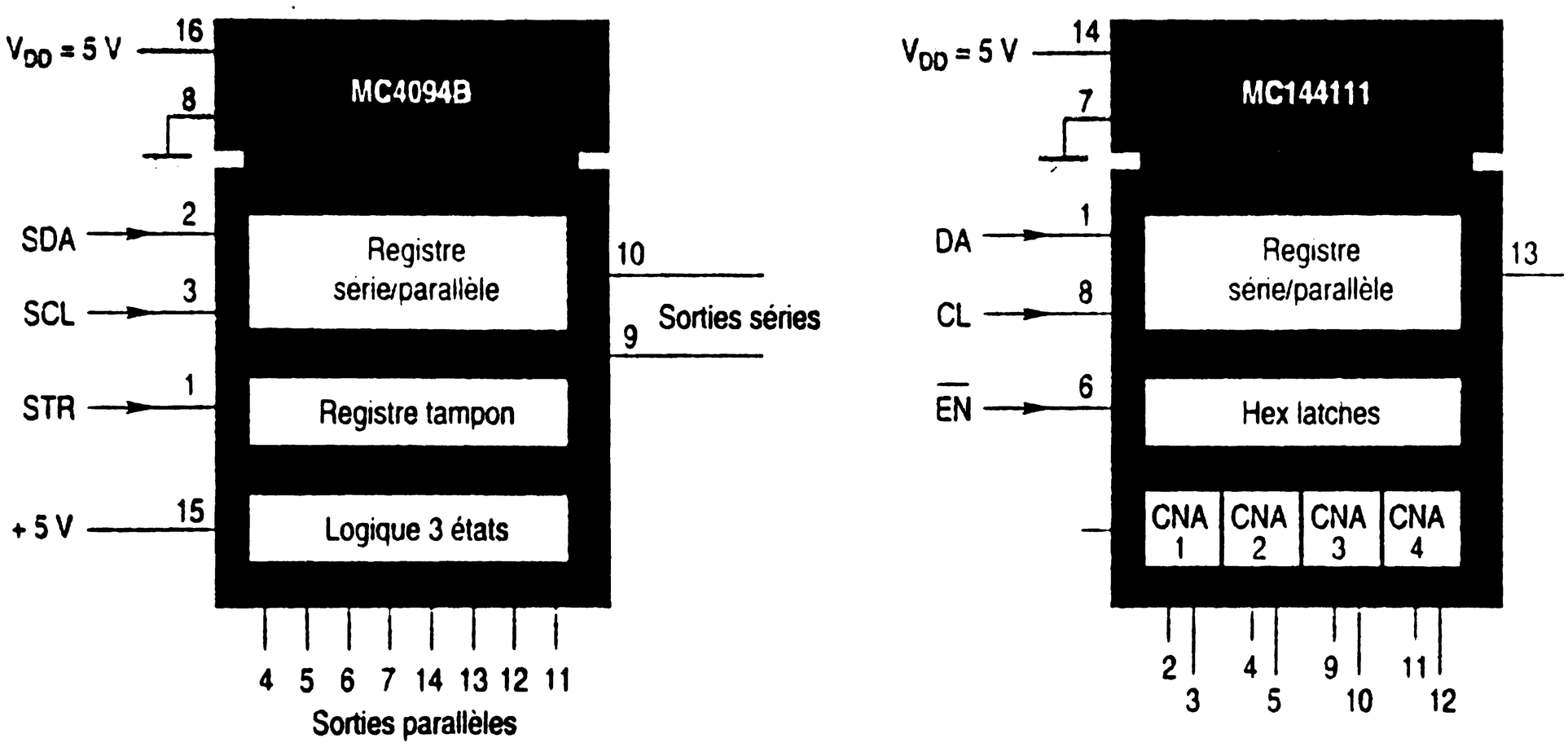


Fig. 16 : Circuits MC4094B et MC144111 (STR – storage ; EN – enable).

Condition de transfert

En mode série synchrone, il n'y a pas de condition préalable au début de transfert des informations, ni de modification de niveau du SDA pendant l'impulsion du SCL. De ce fait, un transfert des données en mode série synchrone ne peut pas être reçu et interprété par un CI type I2C.
Le sens du transfert n'est plus contenu dans le premier mot de 8 bits comportant l'adresse du boîtier puisque les mots de donnée ne transmettent plus l'adresse du boîtier. Une ligne supplémentaire doit être prévue pour permettre la lecture ou l'écriture du contenu de chaque octet, dans le registre ou dans la case mémoire.

Validation du transfert de données

Lorsque les 8 bits du mot sont chargés dans le registre d'entrée du circuit récepteur, il suffit d'appliquer un niveau haut sur l'entrée STROBE (*storage*) de façon à valider le contenu du mot. Le schéma structurel précédent (fig. 16) montre qu'il est possible d'utiliser des circuits équipés de l'interface I2C et des circuits au standard série synchrone.

Particularités

Les données peuvent transiter d'un circuit récepteur à un autre, les circuits récepteurs étant câblés en série sur la ligne *Serial DAta* SDA. La validation des données transférées s'effectue selon le principe mis en œuvre dans une liaison par bus série synchrone.

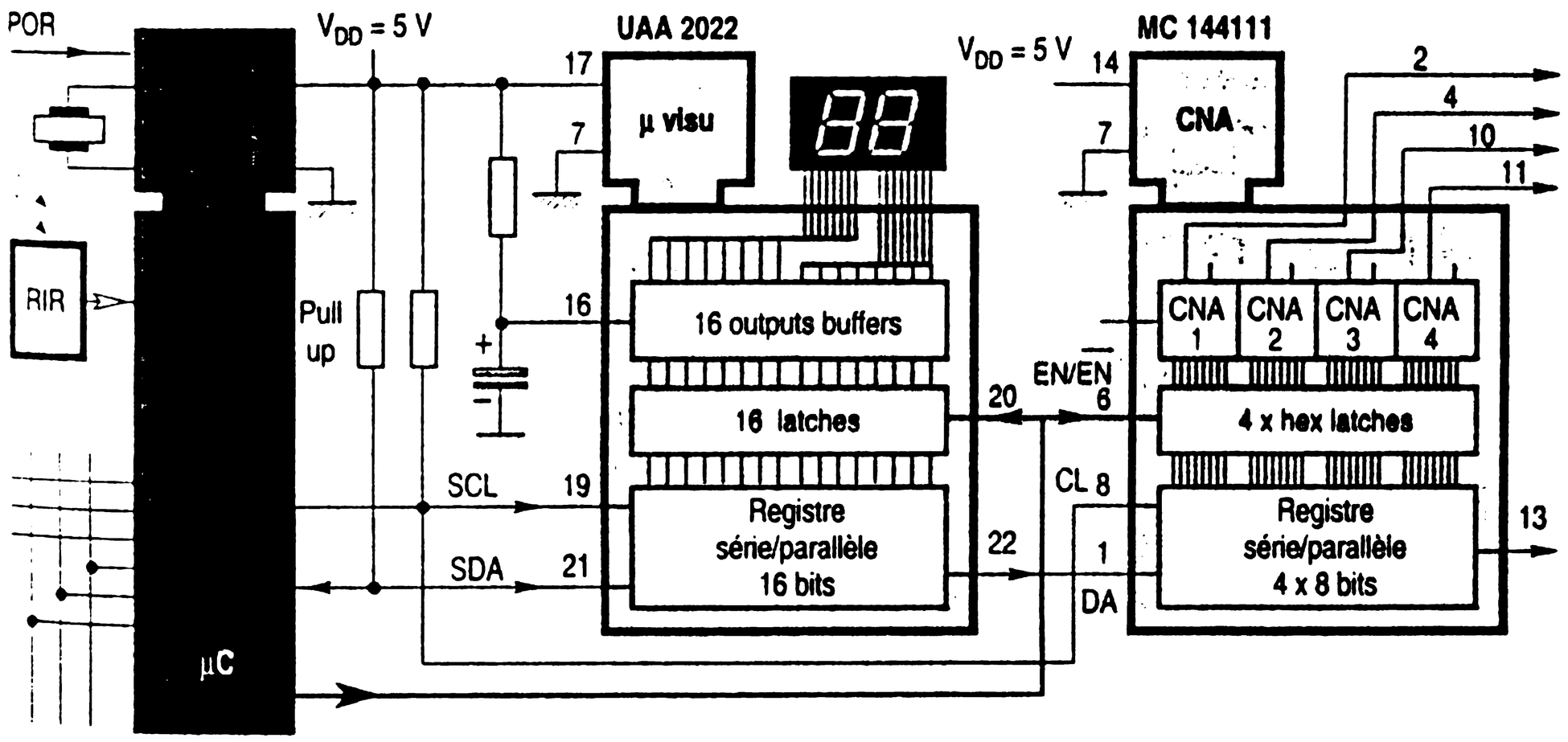


Fig. 17 : Agencements des CI de gestion sur châssis CUC 3000.

Le schéma 17 résume la structure de la fonction gestion réalisée sur le châssis CUC 3000 de GRUNDIG. Pour être complet, il faudrait y ajouter la mémoire EEPROM câblée sur le bus (SCL, SDA) qui peut fonctionner selon le protocole I2C.

Lorsque la transmission d'une salve de donnée est établie, au standard série synchrone, les données transitent sur la ligne SDA. Les 16 premiers bits sont mémorisés dans le registre du UAA2022, la ligne EN (*ENable*) étant au niveau haut. Les bits composants les octets suivants transitent par le circuit UAA2022 et sont disponibles en sortie série broche 22. Ils sont validés dans le circuit MC144111 quand la ligne EN est au niveau bas, le registre *latches* du UAA2022 maintenant les valeurs des 16 premiers bits de la salve.

Les sorties du MC144111 (4 convertisseurs numérique/analogique) sont affectées aux commandes analogiques suivantes :

N° de broche	2	4	11	10
Commande	saturation	contraste	lumière	volume son

PROTOCOLE DE L'IM-BUS

L'IM-BUS (InterMetal-BUS) est un bus série synchrone (fig. 18). Il a été développé par la firme INTERMETAL. La transmission est organisée sur la base de transfert de mots de 8 bits de la façon suivante :

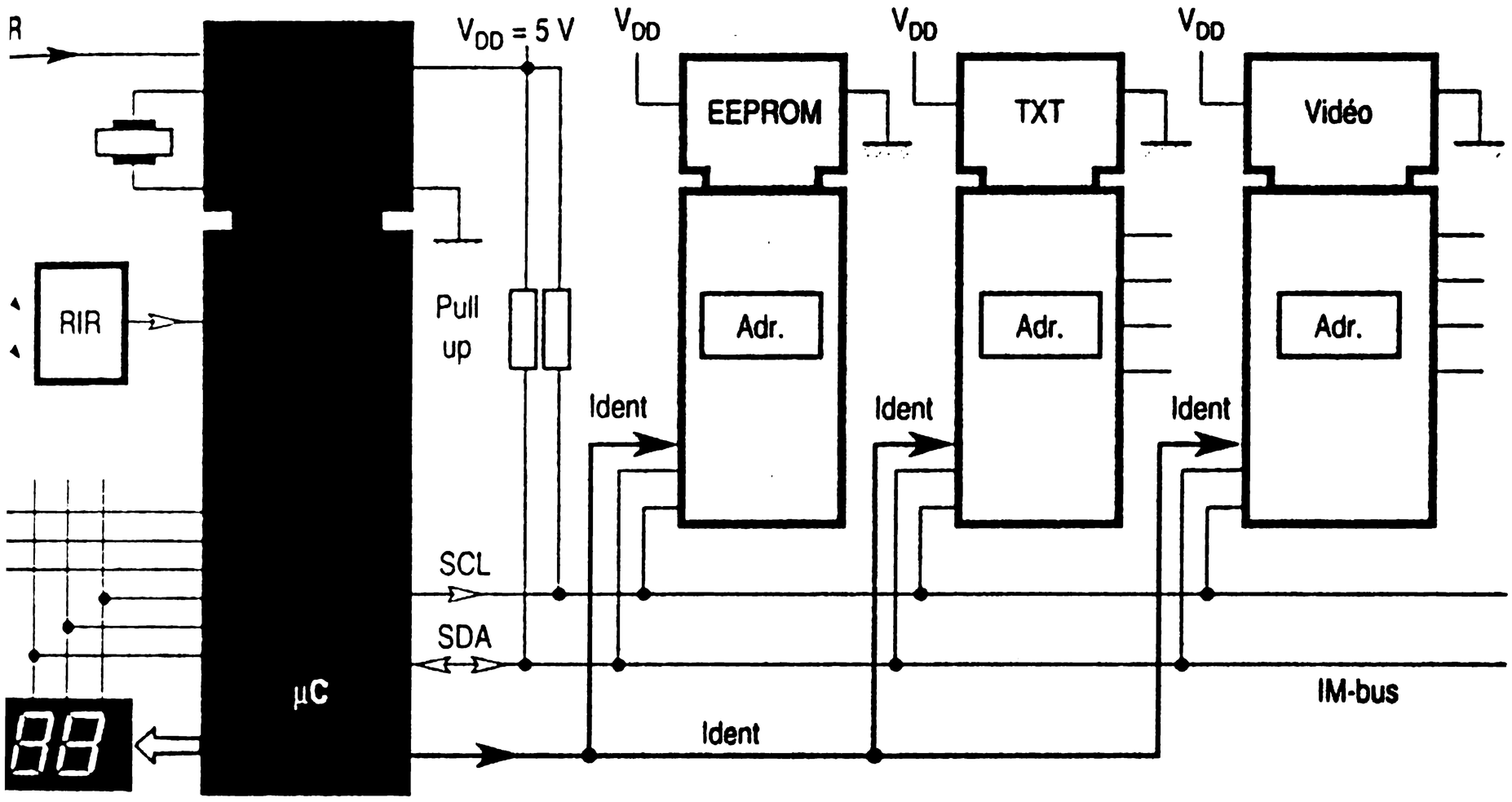
- 1er octet : contient le code adresse du composant intégré récepteur qui doit être mis en communication.
- 2e octet : adresse du registre ou de la case mémoire que l'on souhaite lire ou écrire,
- 3e octet : code représentant la fonction à réaliser : lecture ou écriture dans le registre sélectionné ou dans la case mémoire,
- 4e octet : en lecture, le mot de donnée est présent sur le SDA, à destination du microcontrôleur. En écriture, la procédure peut être allongée en fonction des caractéristiques du circuit adressé. L'écriture dans une NVRAM demande très souvent des cycles supplémentaires (effacement préalable du contenu de la case mémoire sélectionnée, temporisation de déstockage, maintien des données en écriture, etc.).

La validation des octets se fait sur des fronts de la ligne d'identification du composant intégré récepteur :

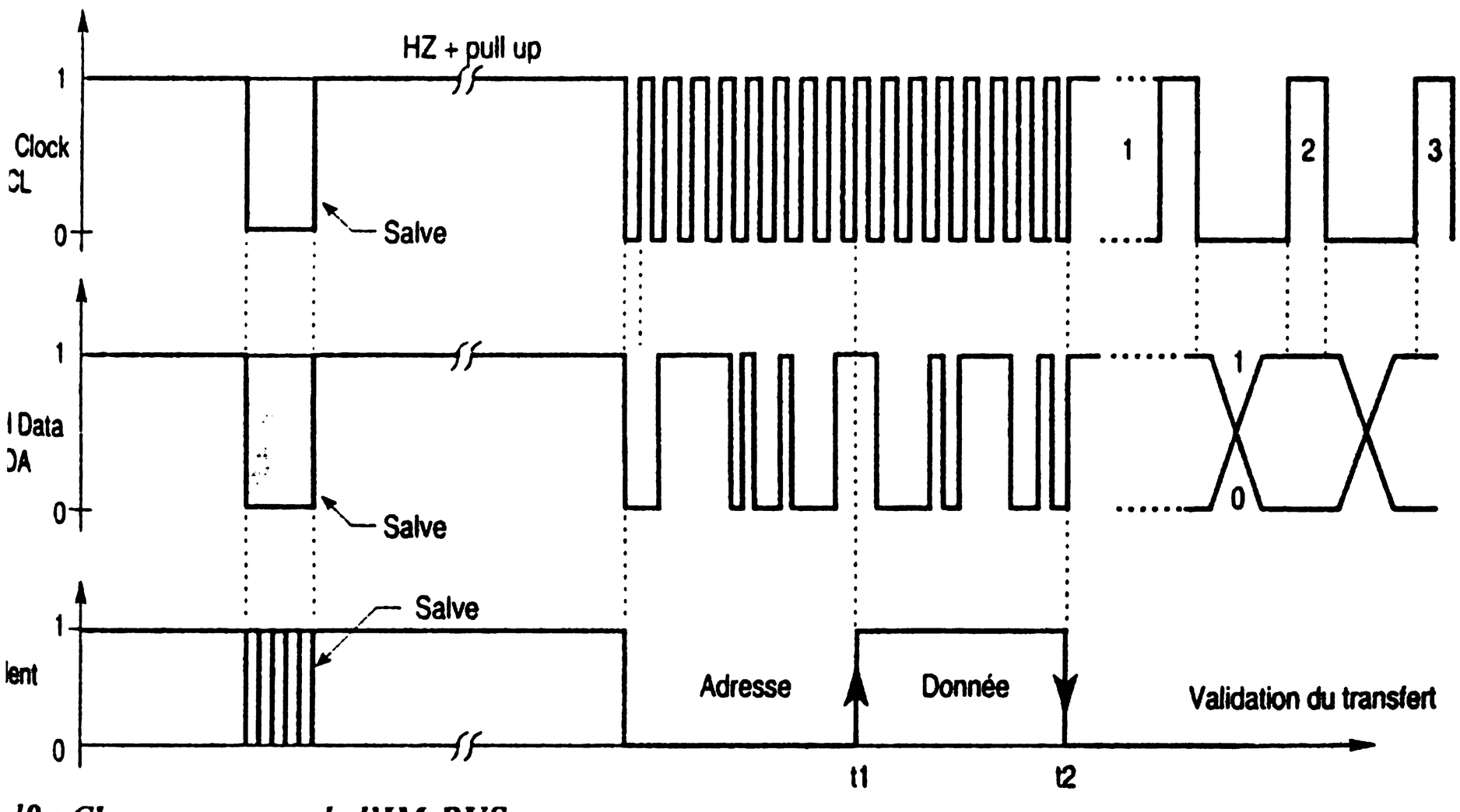
- le code d'adresse du récepteur est transmis pendant un niveau bas de la ligne d'identification et validé sur un front montant,
- l'adresse du registre ou de la case mémoire est transmise sur un niveau haut de la ligne d'identification et validée sur un front descendant,
- le code de la fonction demandée (lecture ou écriture) est transmis sur un niveau bas de la ligne d'identification et validé sur un front montant.
- l'octet de donnée est transféré pendant un niveau haut de la ligne d'identification et validé sur un front descendant.

Au temps t1 : l'adresse du récepteur ou le code de la fonction logique (lecture, écriture par exemple) est validé.
Au temps t2 : L'octet de donnée ou l'adresse du registre est validé (l'adresse du registre est transmis comme un octet de donnée).

En résumé, pendant la transmission d'une salve (fig. 19), alternent sur le bus de donnée (SDA) des adresses et des données. Il faut aussi noter que les circuits esclaves montés sur l'IM-BUS sont équipés d'une interface IM-BUS.



18 : Agencement d'une liaison pour IBM-BUS.



19 : Chronogramme de l'IM-BUS.

LIGNE DE COMMANDE DE TYPE ANALOGIQUE

Le microcontrôleur est un composant dont la structure interne n'utilise que des circuits de type numérique. Une information analogique en entrée doit donc être numérisée. Un convertisseur analogique/numérique (CAN ou ADC – *Analog Digital Converter*) doit être utilisé.
D'autre part, il est nécessaire de pouvoir envoyer les informations de type analogique vers des circuits périphériques non équipés d'interface de type IM-BUS ou bus I2C. Les réglages traditionnels de type potentiométrique peuvent alors être directement gérés à partir de la gestion à microcontrôleur.

Un circuit interne au microcontrôleur, de type PIA (*Programmable Interface Adapter*) permet de réaliser cette fonction. La figure 20 montre le port Pn, programmé en sortie du PIA, réalisant la conversion digitale/analogique. Les composants externes assurent la définition des niveaux de sortie (*pull up*) et l'intégration du signal rectangulaire à rapport cyclique variable (PWM – *Pulse Wave Modulator*).
Le rapport cyclique varie selon un nombre de pas déterminé par la conversion réalisée au niveau du PIA. La variation de la tension produite se fait par palier. La valeur de chaque palier dépend de la tension de *pull up* et de la variation du rapport cyclique.
On utilise parfois le terme de EVR (*Electronic Variable Resistor*) pour désigner les commandes analogiques réalisées à partir du microcontrôleur.

INTERRUPTION : CHIEN DE GARDE

Interruption

Il peut être nécessaire d'interrompre le fonctionnement du microcontrôleur lorsque :
• une anomalie est détectée,
• un ordre d'interruption est programmé (durée de fonctionnement limitée, par exemple).
Une information de type HALT ou INT (*INterrupt*) stoppe le fonctionnement du microcontrôleur dès que l'instruction en cours de réalisation est exécutée.
Aucune instruction contenue dans le programme ne peut faire redémarrer l'exécution du programme principal. Il est nécessaire de fournir une donnée extérieure (code secret par exemple) pour permettre le redémarrage du microcontrôleur.

Chien de garde (watch dog)

Le maître mot de ce concept est *prévoir*. En effet, l'un des soucis permanents du concepteur est d'anticiper le dysfonctionnement éventuel, sachant qu'*a priori*, la panne est toujours probable.

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

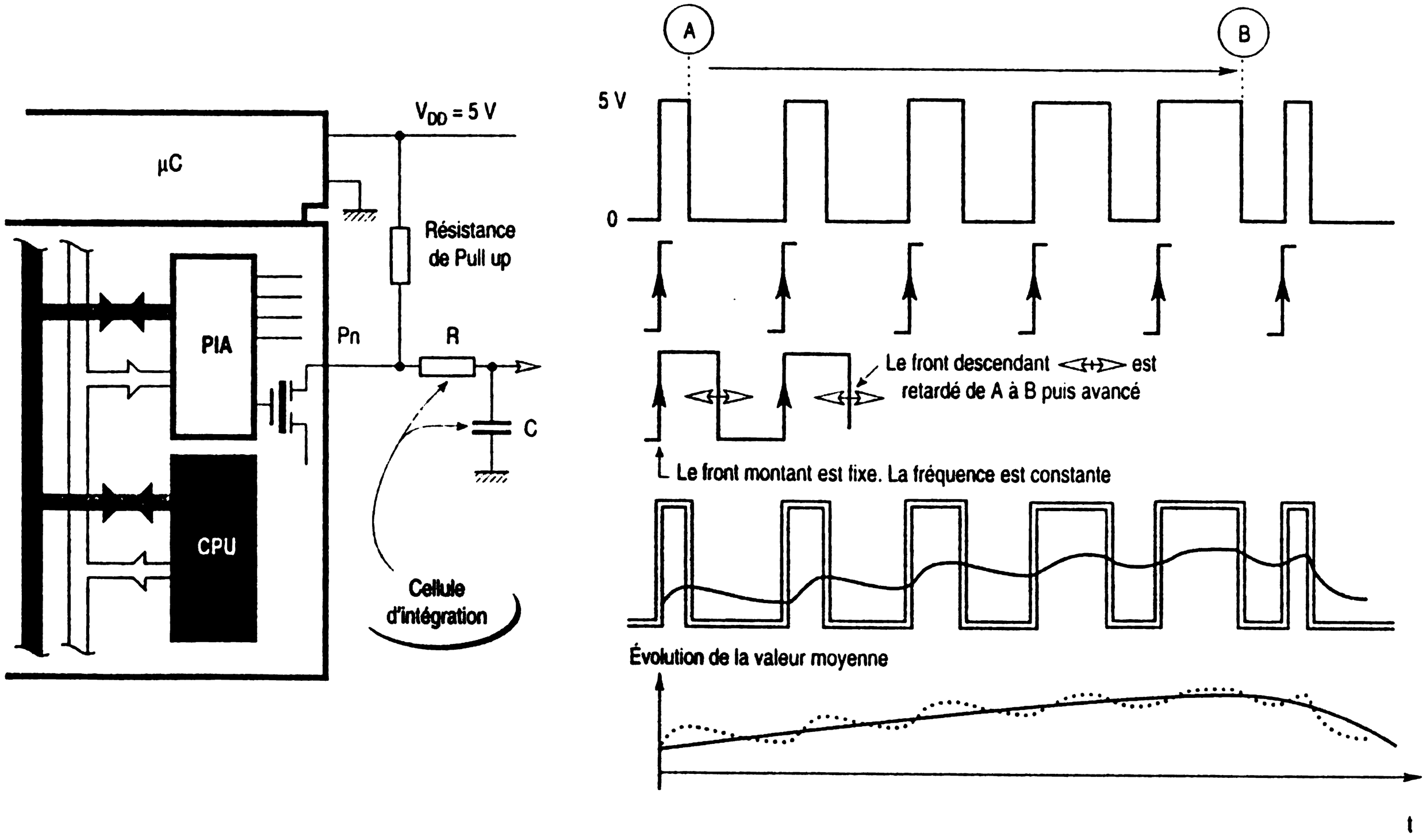


Fig. 20 : Tension produite en sortie PWM.

Partant de l'idée que le déroulement normal d'un programme peut être perturbé, on met en place un dispositif capable de le contrôler étape après étape : c'est le rôle du chien de garde !
La procédure mise en œuvre est en général relativement simple : on démarre une temporisation adaptée à la nature de chaque séquence à réaliser :

- la séquence se déroule normalement dans l'intervalle de temps prévu : la temporisation est désarmée et initialisée pour le début de la séquence suivante,
- la séquence est anormalement longue : une alarme est produite avec éventuellement sauvegarde des états caractéristiques de la dernière séquence réalisée et (ou) une demande d'interruption du programme en cours de réalisation est faite.

Outre la mesure du temps nécessaire à la réalisation d'une séquence, on peut envisager de contrôler la vraisemblance des résultats de la séquence réalisée.

MÉMOIRES : RAPPELS ET MISE AU POINT

Description des circuits

Une partie des mémoires nécessaires au fonctionnement de la gestion est très souvent câblée dans le microcontrôleur :

- la mémoire ROM : contient le programme principal et les routines de fonctionnement de la gestion,
- la mémoire RAM : permet au microprocesseur, interne au microcontrôleur, de stocker temporairement les octets intermédiaires nécessaires aux calculs réalisés par l'unité arithmétique et logique du microprocesseur.

Le résultat d'une routine (de calcul arithmétique ou logique) est stocké de façon permanente dans une mémoire (NVRAM) à l'extérieur du microcontrôleur.

Actuellement, les mémoires sauvegardées sont généralement de type EEPROM ou *FLASH*. Ces deux types de mémoire sont réalisés en partie sur le principe développé dans les mémoires EPROM (effaçable par une exposition aux rayons UV).

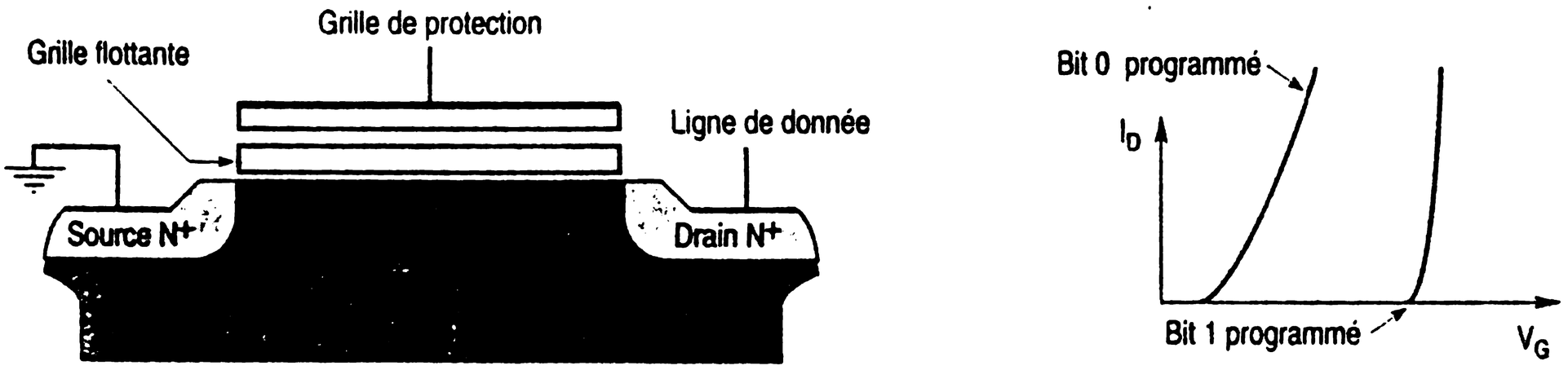


Fig. 21 : Représentation de la structure d'une case mémoire.

Utilisation des mémoires

La durée nécessaire à la programmation d'un octet est de l'ordre de 3 ms. Le temps d'accès (différent du temps de programmation) est le temps nécessaire à une donnée pour passer de la case mémoire sélectionnée à l'extérieur du boîtier (temps d'accès à la lecture). On peut considérer que le temps d'accès est de l'ordre de 100 ns à 300 ns selon la mémoire. Ce temps tient compte des temps de montée ou de descente du signal plus ou moins longs, compte tenu des capacités parasites internes aux boîtiers et des capacités parasites dues au câblage.

REMARQUE **Lors d'une opération de lecture ou d'écriture, il se produit des variations de courant. Les précautions d'usage veulent que les alimentations soient particulièrement soignées. En particulier, pour chaque mémoire, il peut être prévu un découplage de l'alimentation !**

Les opérations de lecture et d'écriture ne sont pas instantanées. Le microcontrôleur doit être programmé de façon à maintenir les niveaux de tension pendant toute la durée nécessaire à chaque opération.

Mémoires à bus parallèle

Elles sont utilisées quand la gestion doit pouvoir traiter rapidement un volume important de données. Des mémoires EPROM sont utilisées pour stocker le programme quand son volume est trop important pour être logé dans la ROM du microcontrôleur.
À la lecture de la documentation technique afférente à une mémoire, on note, par exemple, le brochage du boîtier A0 à A14 pour le bus d'adresse, et D0 à D7 pour le bus de données.
Il est possible, par exemple, pour faciliter le routage des pistes, de relier D3 à la ligne D5 du bus du microcontrôleur dans la mesure où les bits composant les octets des données ont été correctement placés dans les cases mémoires d'une EPROM.

Mémoires à bus série

Elles sont reliées par un bus série au microcontrôleur. Si les temps d'accès sont plus longs que dans une structure parallèle, la simplicité du câblage est évidente et le coût de fabrication du châssis plus faible. Il est possible, par exemple, de raccourcir les temps d'accès en organisant la mémoire en matrice de x fois 16 octets.
L'organisation en *page* de la mémoire (fig. 22) permet d'optimiser le temps nécessaire à l'écriture de données mises à jour dans la mémoire. Le temps nécessaire à l'écriture d'une page est identique au temps nécessaire à l'écriture d'un mot, soit environ 3 ms. Lors de la lecture d'une page, tous les octets sont mémorisés en RAM.
Ces mémoires sont généralement équipées d'une interface de type I2C, IM-bus.

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

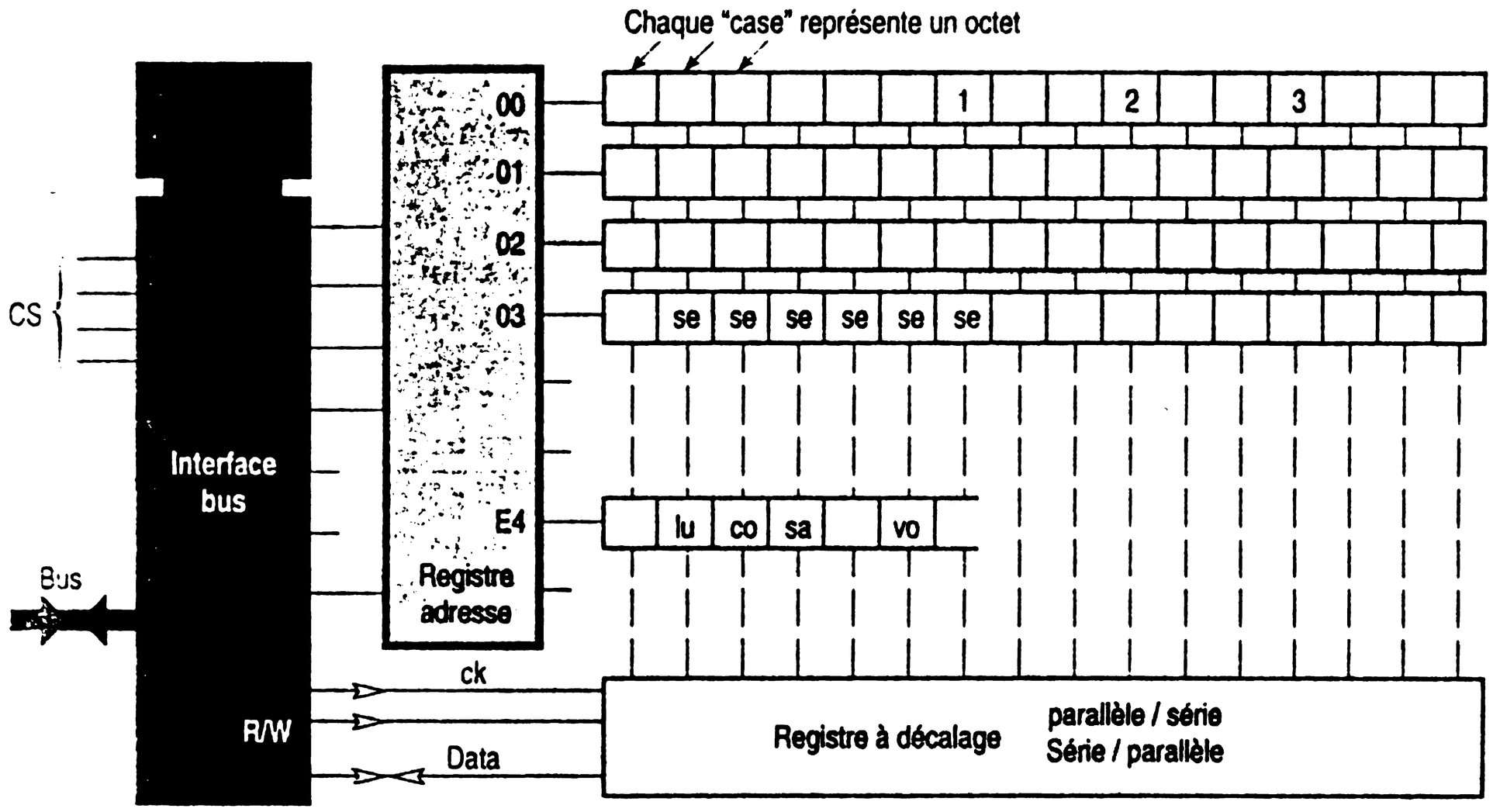


Fig. 22 : Organisation interne d'une mémoire

Référence des mémoires

Outre le logo pour l'identification du constructeur, la référence d'une mémoire peut se décomposer de la façon suivante :

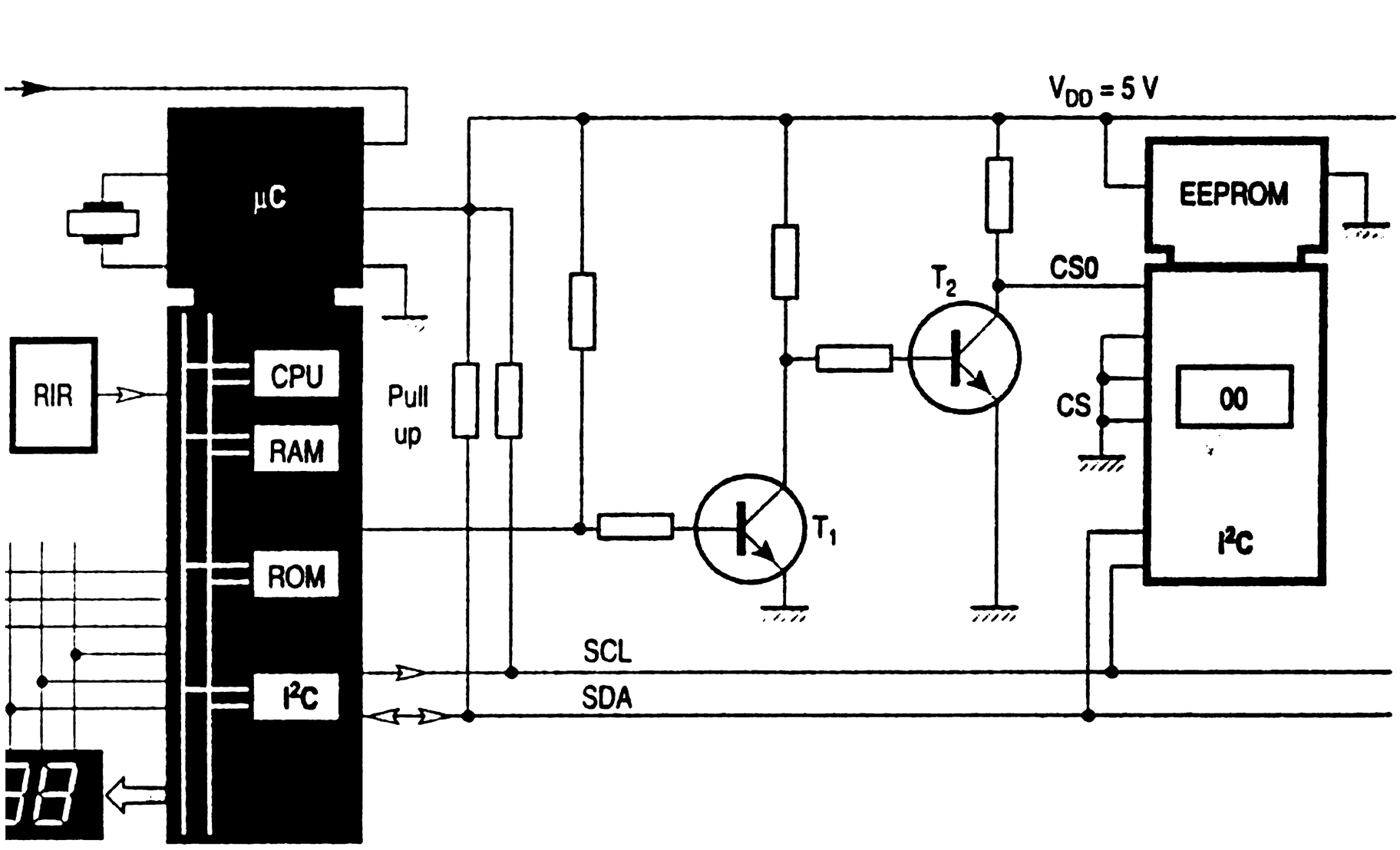
- un chiffre pour l'organisation interne et la longueur de chaque mot :
  2 pour une mémoire dont les mots sont de 8 bits (1 octet),
- un chiffre pour indiquer la nature de la mémoire :
  0 pour RAM statique,
  3 pour ROM,
  7 pour EPROM,
  8 pour EEPROM,
- une lettre peut indiquer la technologie employée :
  C pour CMOS,
- la capacité est indiquée en clair :
  512 signifie 512 Kbits soit 64 Ko,
- d'autres indications donnent le temps d'accès :
  15 pour 150 ns,
- le suffixe peut être caractéristique de particularités. Dans nos gammes de produits, le suffixe est souvent caractéristique du programme contenu dans une EPROM par exemple.

On retiendra que l'identification des produits ne répond pas à une standardisation. Il y a donc des différences de repérage d'un constructeur à un autre. Attention à toute lecture trop hâtive des références notées sur le boîtier !

Protection à l'écriture de certaines mémoires

L'évolution actuelle des châssis montre que le rôle de la gestion est accrue : outre les fonctions traditionnelles (recherche automatique des émetteurs, mémorisation des canaux, etc.), la gestion se substitue aux réglages potentiométriques de la fonction service (9) ou des circuits d'asservissement de la fonction *vidéo* (7). Un nombre de plus en plus important de données doit être maintenu en mémoire NVRAM. Il peut être intéressant de prévenir tout risque d'écriture intempestive dans la mémoire.

D'autre part, compte tenu de la quantité de plus en plus importante de données correspondant à des réglages usine, le concepteur choisi de stocker ces données dans une mémoire EEPROM particulière, cette mémoire étant protégé à l'écriture de façon à interdire à l'utilisateur la possibilité de modifier ces données (réglages de géométrie, pilotage des convertisseurs vidéo, asservissement du tube cathodique, options du téléviseur). L'autorisation d'écriture est réservée au technicien de maintenance quand le programme principal est dérouté en *mode service*.
La protection à l'écriture peut être réalisée en changeant l'adresse de l'EEPROM (fig. 23).



3 : Protection à l'écriture par la ligne C50.

Il faut cependant permettre à l'utilisateur de stocker ses données propres (canaux, logo, réglages de lumière, contraste, saturation et niveau du son par exemple). À cet effet, une seconde mémoire EEPROM est prévue. Elle est souvent directement intégrée au microcontrôleur de gestion.

Conséquences liées au remplacement d'une mémoire EEPROM

Quand une nouvelle mémoire EEPROM est câblée en remplacement d'une mémoire défectueuse (ou simplement parce qu'on a oublié de récupérer l'ancienne mémoire avant de remplacer la platine sur laquelle elle est câblée), les anciennes données de réglage sont perdues.

La perte des informations de géométrie de l'image (amplitude ligne et trame, etc.) ou la perte des valeurs de réglage des commandes des canons du tube cathodique (réglage des *cut-off* par exemple) n'autorise plus le redémarrage du téléviseur. Les sécurités sont activées et le téléviseur, s'il n'est pas en veille, est alors configuré en *régime minimum* : on observe un *silence audio* et un *mute vidéo*. Il est certain que l'on n'a alors plus de moyens visuels pour opérer des réglages et récupérer les données perdues, le plus souvent par négligence (l'expérience parle !).

Sur les téléviseurs de petits formats ne comportant qu'une EEPROM, le problème est moins grave lorsque le remplacement de la mémoire est obligatoire. Tout au plus, à la remise en route du téléviseur, on a le désagrément de constater que l'OSD (*On Screen Display*) n'est plus convenablement positionné sur l'écran ou que l'affectation des canaux spéciaux (réservés à l'utilisation du magnétoscope) sont perturbés. De même, il est possible que la télévision démarre systématiquement en AV (source Péritel) au lieu de démarrer sur une chaîne.
Courage, il n'y a pas d'autres solutions que de reprendre les réglages ! Attention à respecter le niveau de la broche de protection à l'écriture de certaines mémoires (broche 7 sur une SDA2546 par exemple : la broche 7 ne devant pas être câblée).

GESTION DES FONCTIONNEMENTS ET DES DYSFONCTIONNEMENTS

Parmi les spécificités des bus I2C et IM, il faut retenir que les circuits périphériques sont équipés d'une interface bidirectionnelle. Le microcontrôleur adresse le boîtier esclave et envoie les données, mais il a aussi la possibilité de lire le contenu des registres de chaque boîtier esclave.

Nous rappelons (fig. 24) les symboles les plus courants entrant dans la représentation des algorigrammes.

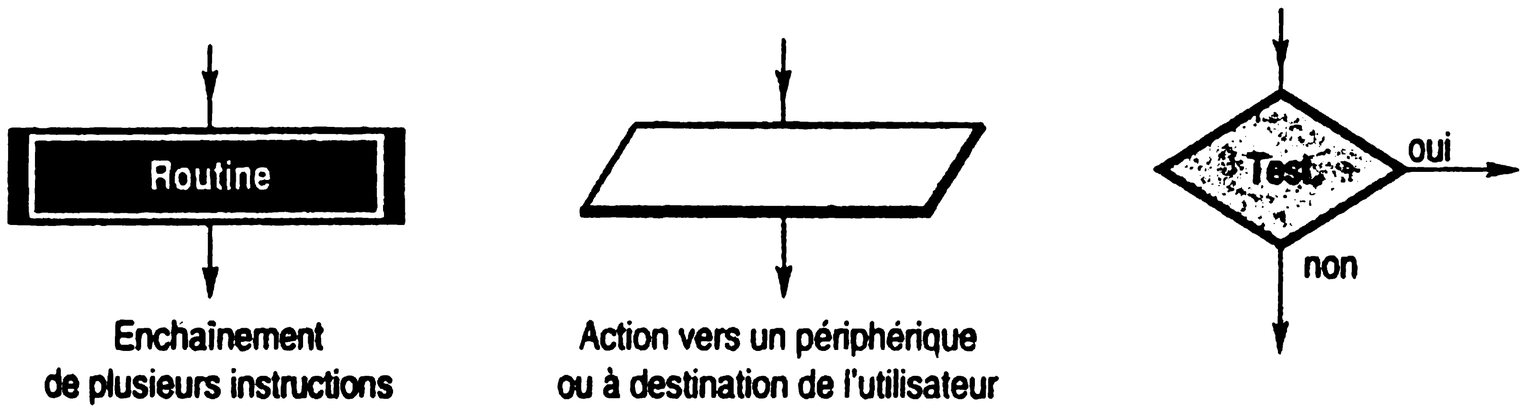


Fig. 24 : Symboles habituellement utilisés dans des algorigrammes.

Comportement à la mise en route du téléviseur

Cette étape est essentielle et détermine le fonctionnement de la fonction gestion. Les signaux de service doivent être correctement établis.

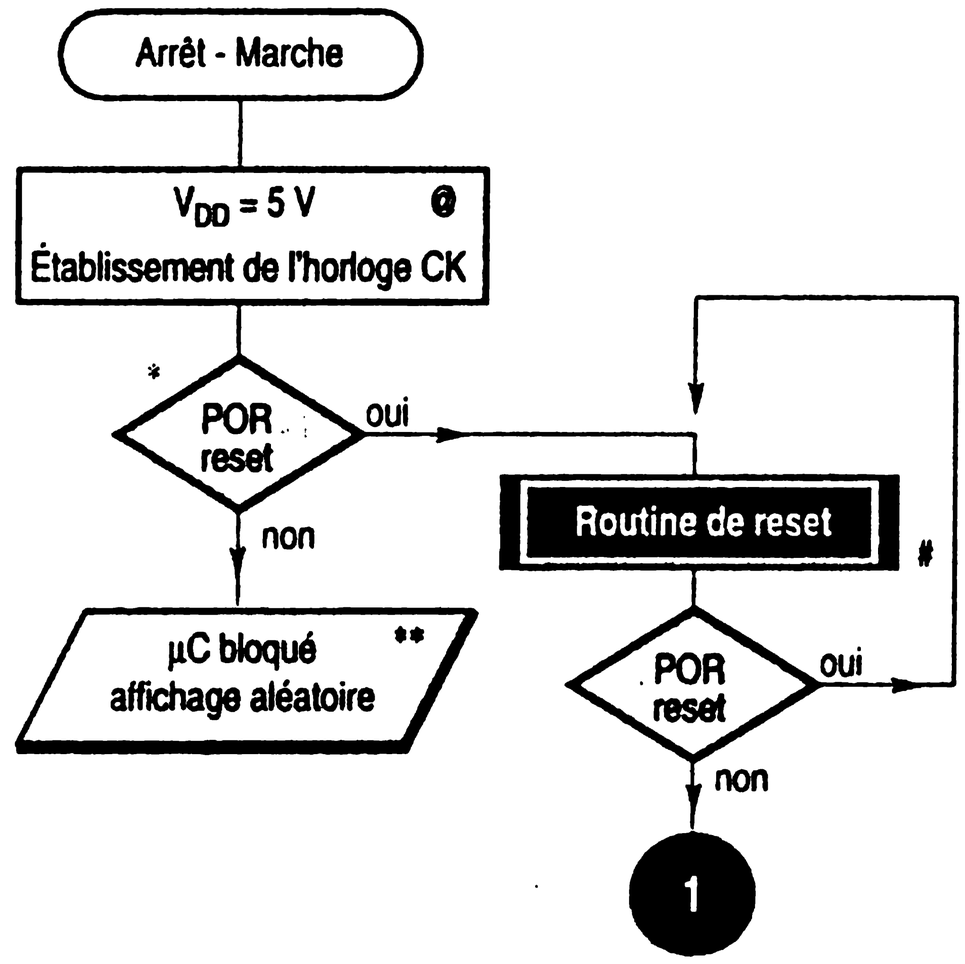


Fig. 25 : Algorigramme au démarrage du téléviseur.

Dès que l'interrupteur secteur est fermé (marche), l'alimentation démarre : on observe une montée des alimentations (fig. 25).

@ : la tension V_{DD} doit être établie avec précision et sans ondulation résiduelle. Utiliser le voltmètre et l'oscilloscope pour la vérifier !

** : quand le *reset* ou POR n'est pas correctement exécuté, les registres conservent des valeurs aléatoires : la routine de reset (#) n'est pas lancée et le comportement du microcontrôleur de gestion est erratique.

Démarrage des fonctions et configuration du téléviseur

La conception et la fabrication des téléviseurs sont *mondialisées*. Pour optimiser les coûts de fabrication, les châssis de base sont adaptés :

- en fonction des normes propres à chaque pays où le produit sera commercialisé,
- au format du tube dont il sera équipé,
- aux spécifications de chaque réseau de distribution.

@ : pour faire l'essai de la RAM, le CPU (*Central Processing Unit*) écrit un mot dans chaque octet de la RAM, en fait ensuite la lecture et compare les résultats.

* : si une anomalie est détectée, un message d'erreur peut être généré.

REMARQUE La procédure de contrôle de la RAM n'est pas réalisée dans tous les téléviseurs.

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

¤ : à la mise sous tension du téléviseur, sur certains modèles et en respectant une procédure particulière, il est possible de le configurer en mode service. Le programme principal est alors dérouté dans un programme réservé au technicien de maintenance.

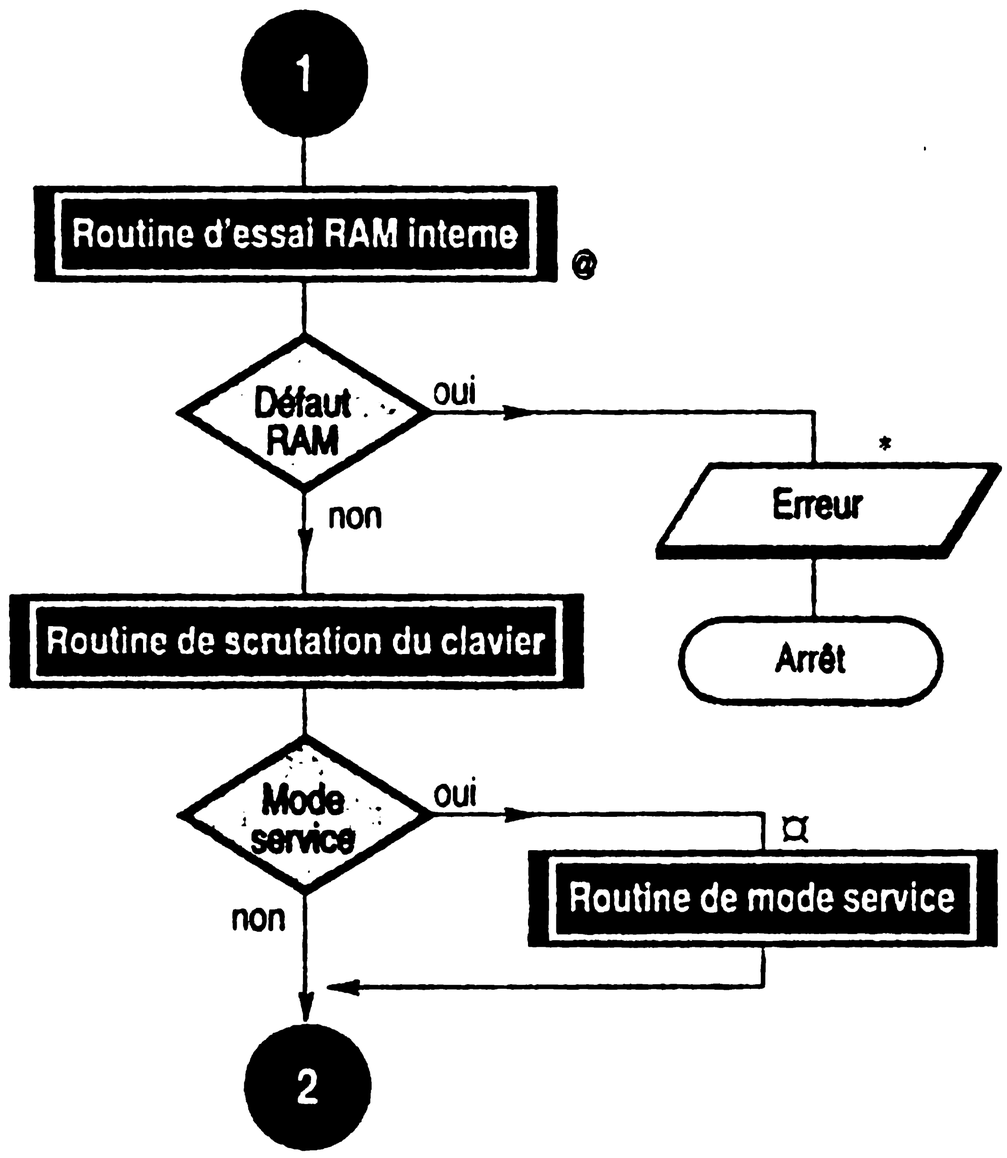


Fig. 26 : Essai RAM, configuration du téléviseur en mode service.

Le mode service donne accès aux caractéristiques particulières du châssis (version, identification des circuits du microcontrôleur, EEPROM, etc.). En fonctionnement, le mode service permet d'accéder à certains réglages (géométrie, traitement vidéo). En cas de dysfonctionnement, le mode service peut aider à donner un diagnostic.

@ : la page « dernier état » peut ne pas être correctement mémorisée en NVRAM si une interruption est intervenue au moment de la sauvegarde.

Les *défauts de page* successifs traduisent généralement un dysfonctionnement au niveau de la mémoire (souvent une EEPROM). Si aucune procédure de détection de panne mémoire n'a été prévue, le téléviseur ne passe pas forcément en veille (*) (fig. 27).
La montée des tensions (**) se poursuit (¤) et en particulier le démarrage des balayages du tube cathodique et la production des tensions secondaires du transformateur ligne.
Un défaut de page empêche le chargement des réglages son et vidéo . Un silence audio et un mute vidéo sont réalisés de fait ou sous contrôle du microcontrôleur de gestion pour éviter toute détérioration des haut-parleurs ou du tube cathodique.

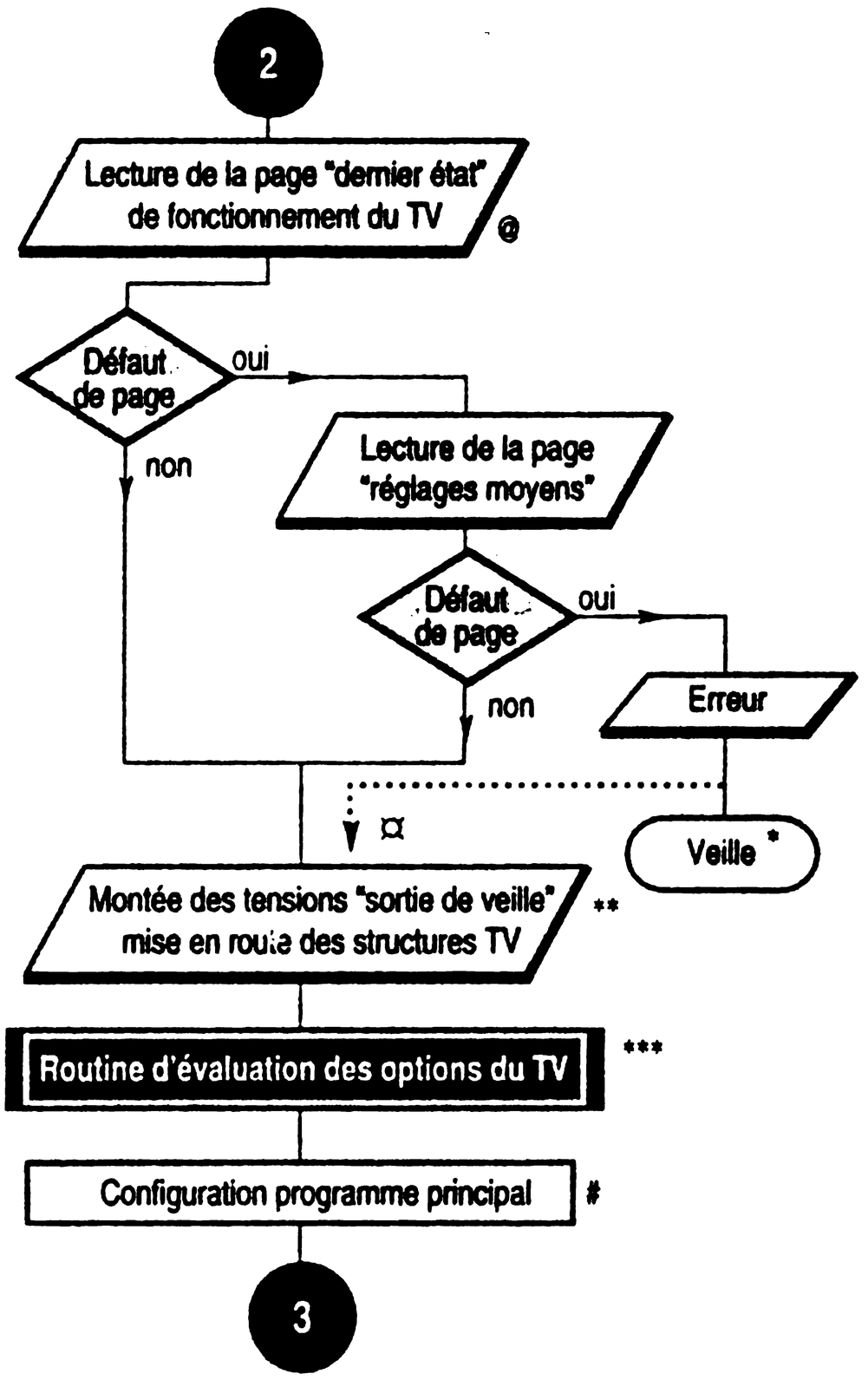


Fig. 27 : Sortie de veille, démarrage des structures du téléviseur.

Transfert des données vers les circuits esclaves

Dans un but de clarification, l'étude est poursuivie en considérant que les ordres donnés par la fonction gestion ou que les mesures faites sont transférés par le bus I2C (fig. 28).

@ : « cpt » représente un compteur interne au microcontrôleur. Le programme autorise jusqu'à trois essais dans le cas où le circuit adressé n'accuse pas réception.

L'absence d'accusé de réception est une absence de *ACKnowledge* en direction du microcontrôleur qui a demandé le transfert.
Quand l'ACK n'est pas détecté, le transfert des données est interrompu, mais le microcontrôleur continu de contrôler le bus I2C. Une nouvelle tentative de transfert est opérée *dans la foulée*.
Quand le transfert est normalement opéré (soit immédiatement, soit à l'issue de trois essais consécutifs), la condition de *stop* est produite par le microcontrôleur et le bus est libéré.

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

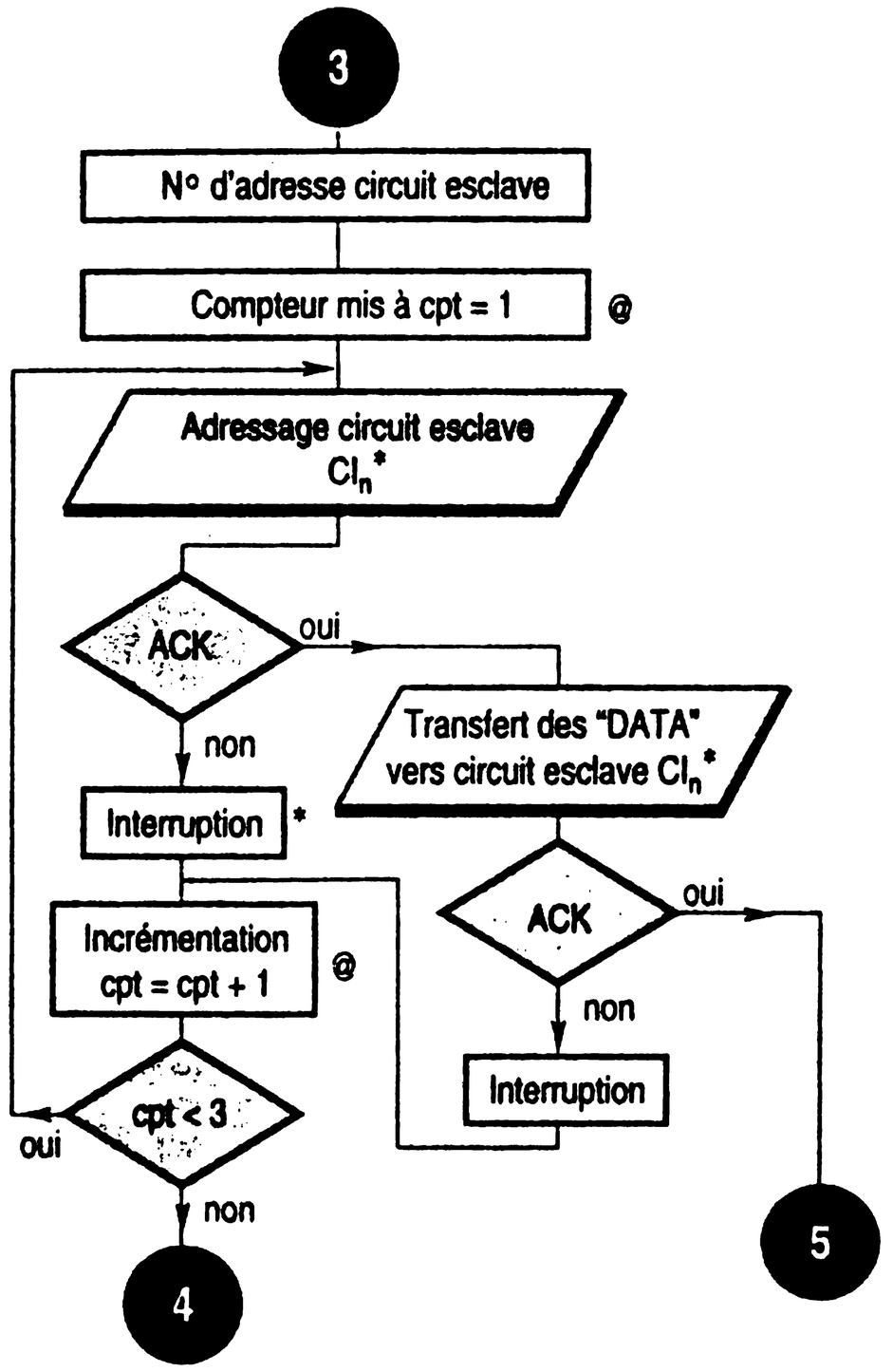


Fig. 28 : Algorigramme de transfert selon protocole I2C.

À ce niveau de déroulement du programme du microcontrôleur, l'une ou l'autre des solutions suivantes (fig. 29) sont appliquées par les constructeurs :

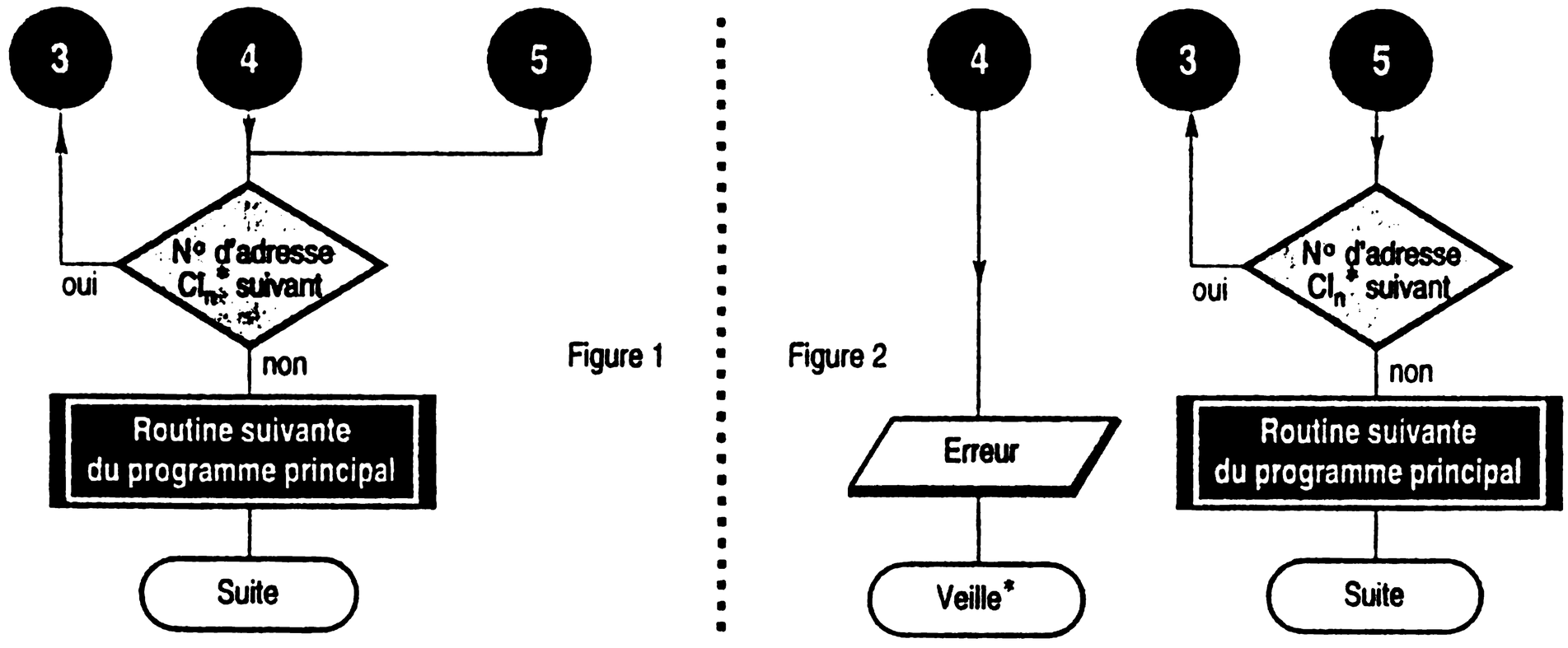


Fig. 29 : Suite de l'algorigramme de transfert selon protocole I2C.

Figure 1 : que le transfert ait été correctement exécuté (5) ou n'ait pas pu avoir lieu (4), le circuit suivant connecté au bus I2C est appelé et le déroulement du programme se poursuit. Tout au plus, dans certains cas, le défaut (quand il existe), est consigné en EEPROM et peut être consulté lors d'un passage en mode service du téléviseur. Cette solution est mise en œuvre quand des fonctions non essentielles ou non câblées sont adressées *via* le bus I2C (fonction télétexte par exemple).

Figure 2 : lorsque le transfert ne peut être correctement exécuté (4), il peut être prévu de stopper le fonctionnement du téléviseur (veille) afin d'éviter tout risque de détériorations supplémentaires. Cette procédure est mise en œuvre quand, par exemple, le circuit de la fonction service (oscillateur ligne et trame) ne répond pas. Un message d'erreur peut alors être généré (clignotement à une fréquence particulière de la *led* de façade par exemple).

POINTS DE REPÈRE (N° 2)

Vérification des signaux de service

Signaux de service	Matériel de mesure	Remarque
Alimentation V_{DD} = 5 V, V_{SS}	Voltmètre et oscilloscope avec sonde au 1/10e	Valeur précise, en référence aux indications du concepteur. Ondulation très faible en régime établi.
Horloge	Oscilloscope avec sonde 1/10e	Malgré la sonde convenablement réglée, il peut se produire un amortissement de l'oscillateur d'horloge. En cas de défaillance, le résultat de la mesure ne permet donc pas de conclure.
Reset, POR, etc.	Oscilloscope avec sonde 1/10e	Vouloir mesurer le *reset* ou le *reset barre* relève parfois de l'abnégation car il faut être capable de visualiser un retard de quelques dizaines de millisecondes, à la mise en marche du téléviseur, le signal n'étant pas répétitif !

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

Comment faire ?

Après avoir vérifié (avec toute la rigueur nécessaire !) la tension d'alimentation et la masse du microcontrôleur (par rapport à la masse secondaire du châssis), passer aux étapes suivantes.

Vérifier le *reset* du microcontrôleur, car statistiquement, il pose souvent quelques problèmes quand il met en œuvre un condensateur.
Pour cela, suivre la procédure :
• lire le schéma et mettre en évidence les composants réalisant le circuit d'initialisation du microcontrôleur de gestion. Après analyse, on en déduit de quel type est le fonctionnement du circuit d'initialisation, à savoir :

le circuit est de type *reset* :
la routine d'initialisation est lancée quand la broche d'entrée est portée à un potentiel de l'ordre de V_{CC} = 5 V avec un retard *Dt* par rapport à l'établissement de la tension d'alimentation du microcontrôleur,
le circuit est de type *reset barre* :
la routine d'initialisation est lancée quand la broche d'entrée est portée à un potentiel de l'ordre de V_{DD} = 0 V (masse) avec un retard *Dt* par rapport à l'établissement de la tension d'alimentation du microcontrôleur,
le circuit est de type POR, etc., se rapporter alors à l'une des conclusions ci-dessus.

• vérifier, à partir du schéma, dans quelle mesure il est possible de forcer la routine d'initialisation. Pour cela, on doit avoir mis en évidence la possibilité de réaliser un court-circuit fugitif sans risquer de détruire un quelconque composant :
le téléviseur est sous tension, porter fugitivement la broche d'entrée d'initialisation au potentiel V_{CC} = 5 V quand le circuit est du type *reset*.
le téléviseur est sous tension, porter fugitivement la broche d'entrée d'initialisation au potentiel V_{DD} = 0 V (masse) quand le circuit est du type *reset barre*.
Dans les autres cas, vérifier préalablement qu'on peut se rapporter à l'une des manipulations précédentes.

• surveiller l'évolution de la tension sur l'entrée d'initialisation (*reset* ou *reset barre*) en visualisant la tension à l'oscilloscope.

Étape suivante (l'ultime étape !) : vérifier le fonctionnement de l'oscillateur d'horloge, généralement accordé par un circuit à quartz câblé sur deux broches du microcontrôleur. Si la mesure, sur une des deux broches du quartz, n'est pas concluante malgré l'utilisation d'une sonde au 1/10e, chercher une broche programmée en sortie du microcontrôleur sur laquelle on pourra mesurer l'image de l'horloge du microcontrôleur. Par exemple, mesurer le *serial clock* SCL normalement présent (par salve).
Le fait de placer la sonde de mesure sur une broche de l'oscillateur d'horloge alors que le circuit est en fonctionnement, produit un petit choc électrique (une perturbation) pouvant entraîner l'arrêt du circuit. On peut limiter le défaut en installant la sonde de mesure alors que le téléviseur est à l'arrêt. On redémarre ensuite le téléviseur pour effectuer la mesure.

En cas de doute

Vérifier le bus I2C (ou tout autre bus), et en particulier, observer qu'il y a bien une variation du contenu des salves SDA quand on demande un changement de fonctionnement (changement du canal de réception par exemple) à la télécommande. L'évolution du contenu SDA signifie que l'ordre issu de la télécommande a bien été interprété. Le microcontrôleur fonctionne au moins partiellement.

Vérification d'un bus I2C

Tout commence par une bonne lecture de schéma. Repérer les broches de liaison du bus sur le microcontrôleur ainsi que les éléments de *pull up*.

- Continuer la lecture en direction des circuits câblés sur les deux lignes du bus.

On considère la figure 30 (schéma simplifié), emprunté au châssis CUC6300 de GRUNDIG. Même si tous les circuits ne sont pas représentés, elle en conserve l'esprit.

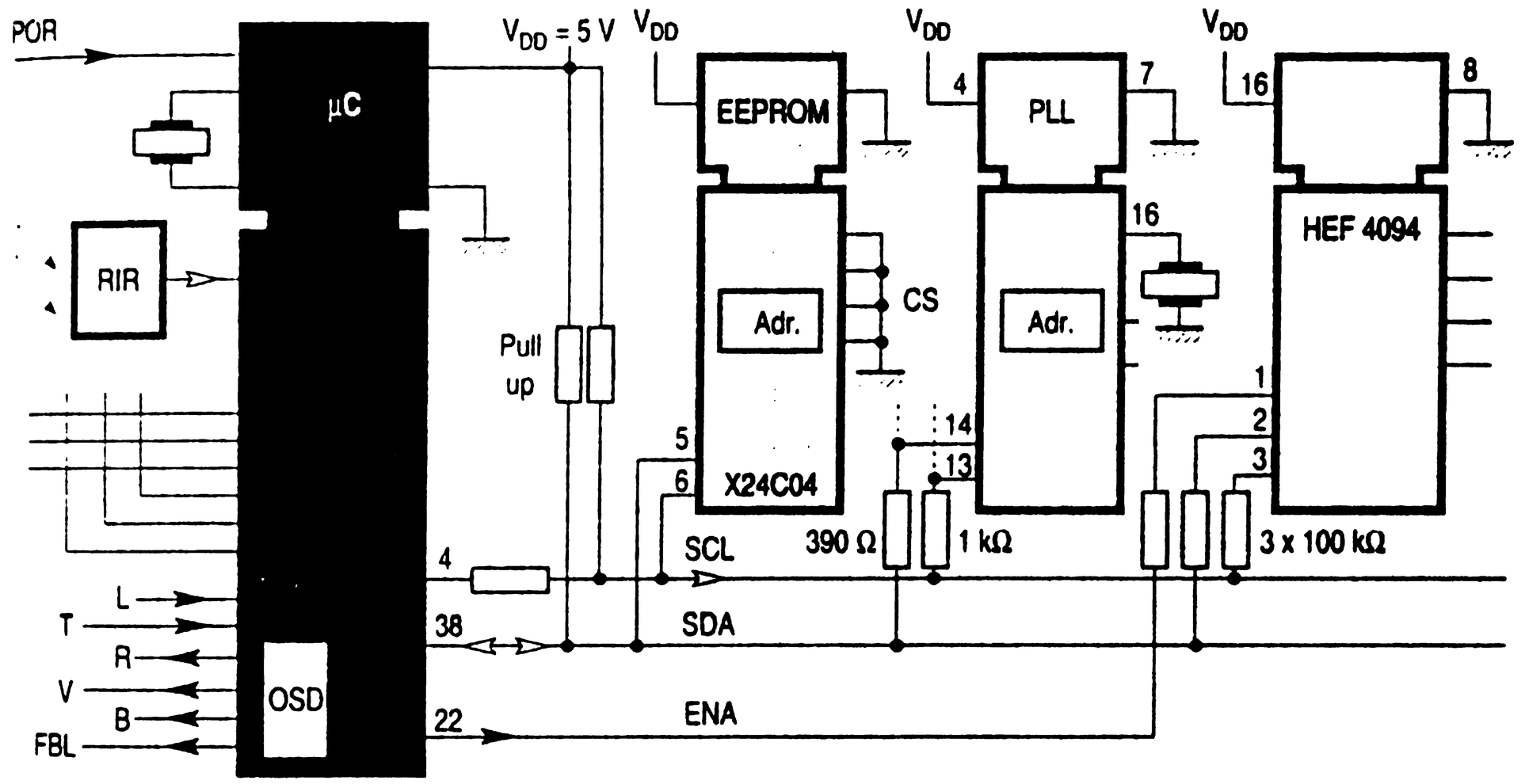


Fig. 30 : Agencement des circuits de gestion du châssis CUC 6300 (GRUNDIG).

Images d'un bus I2C en *bonne santé*. On observe en particulier la présence de l'ACK (fig. 31).

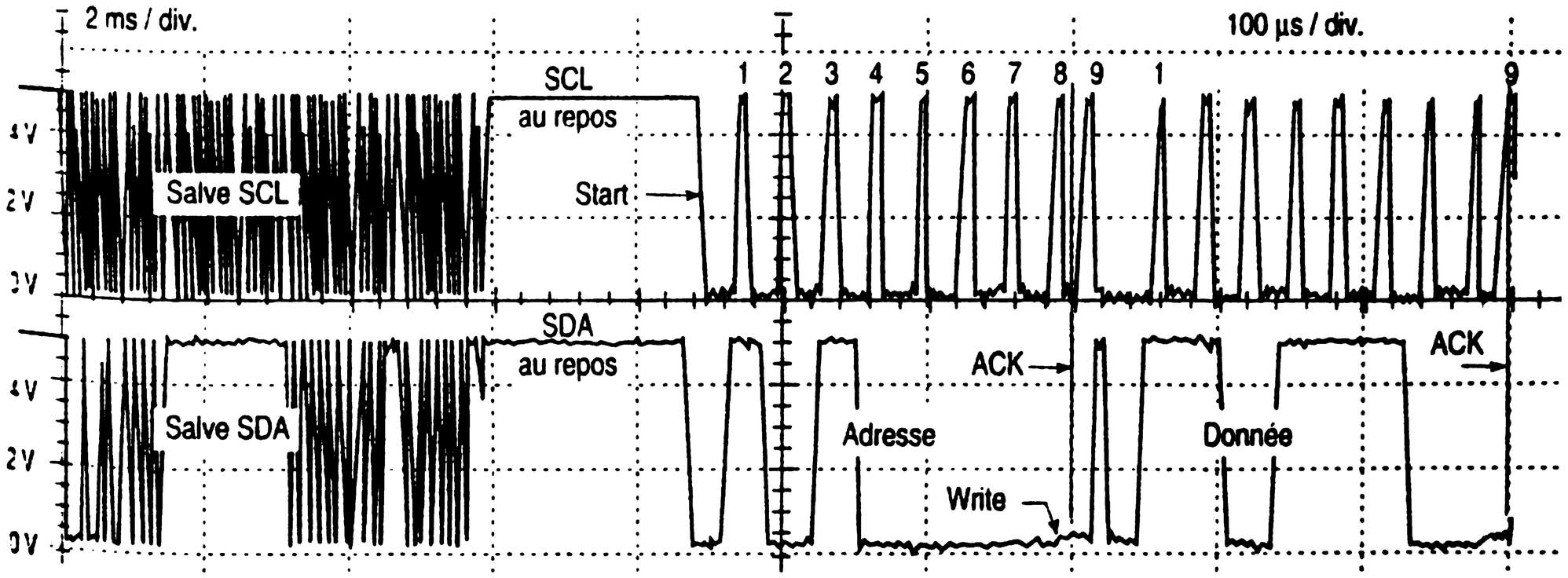


Fig. 31 : Oscillogrammes mesurés sur les lignes du BUS I2C.

Images d'un bus I2C *malade*.

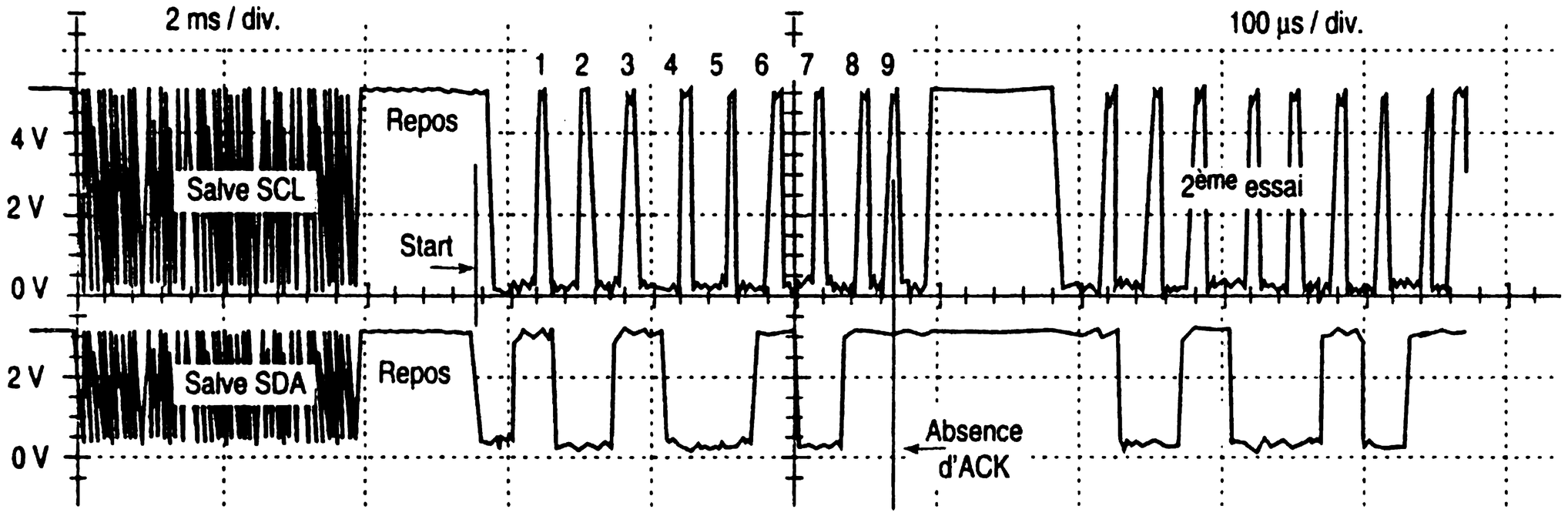


Fig. 32 : Oscillogrammes mesurés sur les lignes du BUS I2C.

Consécutivement à un dysfonctionnement, la ligne SDA du bus I2C est en surcharge (fig. 32). Il en résulte une perte d'amplitude importante. Les circuits câblés sur le bus n'interprètent plus le niveau logique correspondant au 5 V d'une transmission normale.

L'adresse générée par le microcontrôleur ne peut plus être reconnue par le circuit destinataire. Le circuit adressé ne répond donc pas et par conséquent, l'ACK n'est pas généré. Deux nouveaux essais seront tentés puis la liaison sera interrompue.

Recherche de la cause du défaut

Il est possible de débrancher successivement chaque circuit récepteur jusqu'à ce que le niveau de la ligne SDA retrouve sont niveau de 5 V normal. Préalablement, on n'aura pas oublié de vérifier les éléments de *pull up* ainsi que l'alimentation.

Éléments d'appréciation d'un problème de gestion

Le schéma 33 tente de mettre en évidence les différentes actions de la gestion sur les fonctions principales du téléviseur. Pour clarifier la situation, les alimentations ne sont pas représentées et les lignes de commande sont réparties sur toute la périphérie de la fonction gestion.

Le technicien de maintenance utilise de préférence la voie image pour conduire l'analyse d'un dysfonctionnement. Partant de ce constat, on cherchera à obtenir une image sur l'écran : écran allumé, quelque soit le contenu exact (algorigramme fig. 34).

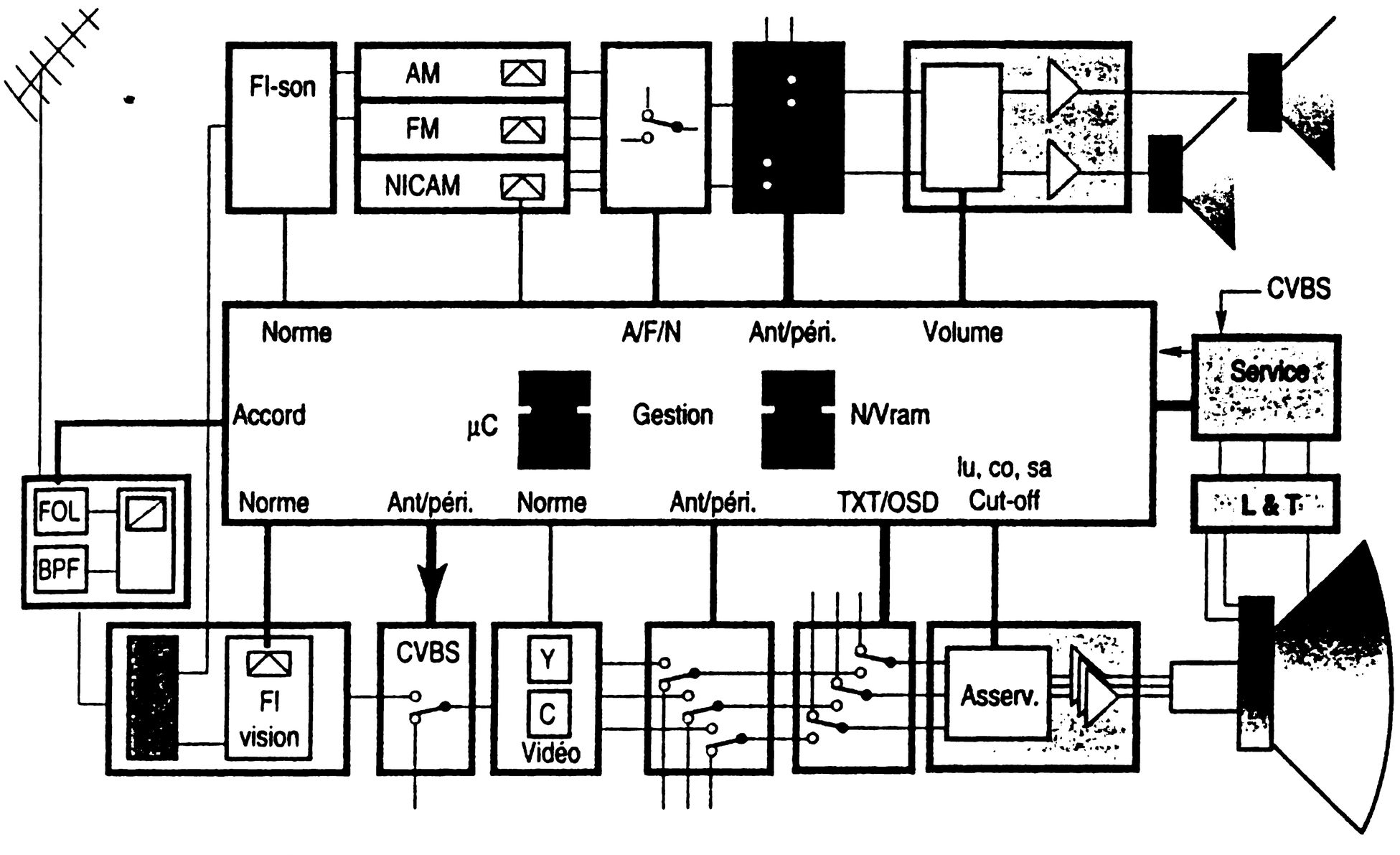


Fig. 33 : La gestion : fonction centrale.

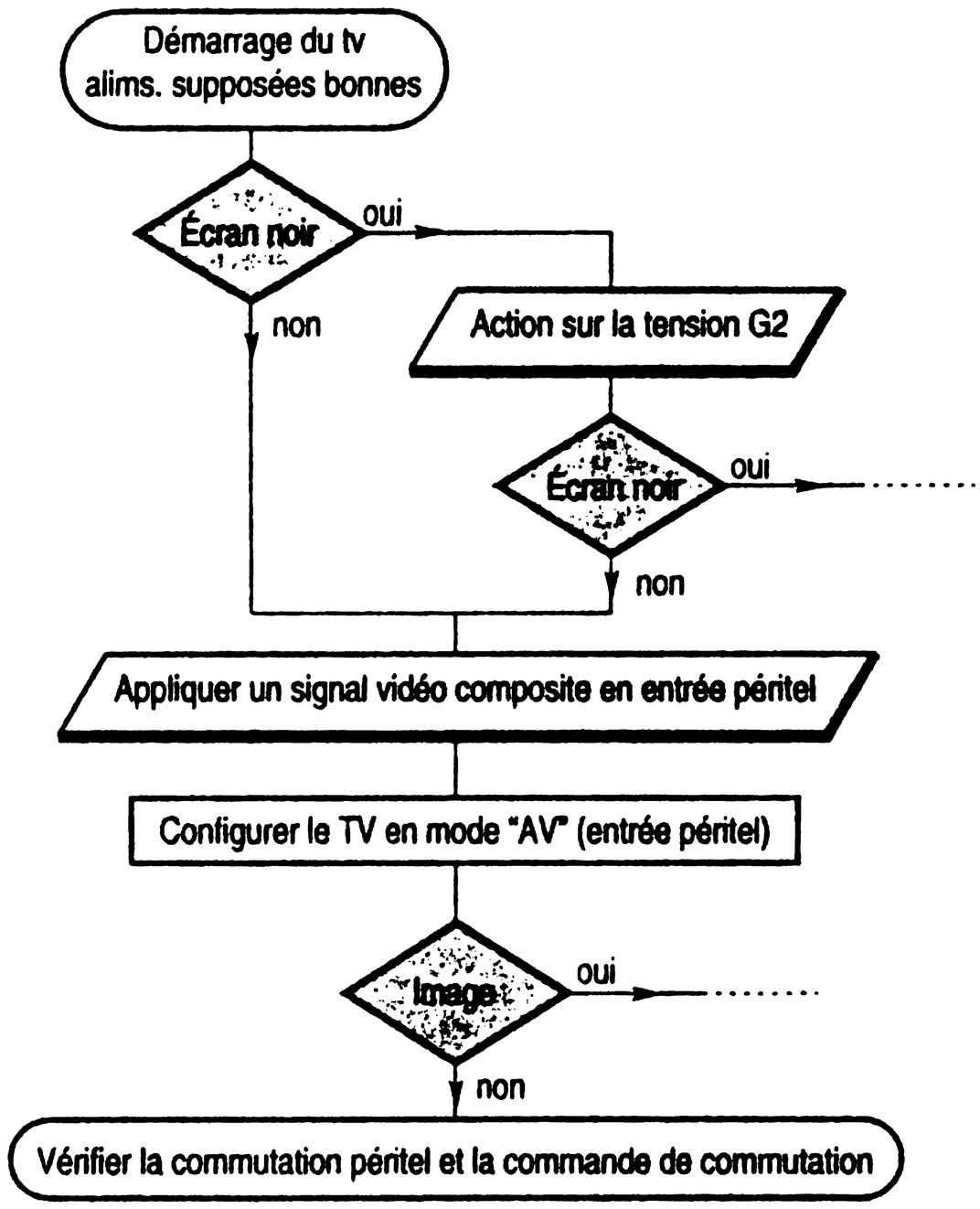


Fig. 34 : Premiers pas dans l'analyse d'un dysfonctionnement.

En augmentant la tension de G2, on déplace le point de *cut-off* des canons (*cf.* « Fonctionnement des canons du tube cathodique »). En l'absence des tensions de commande des cathodes, l'image produite doit être pratiquement blanche (légère dominante bleue) avec la présence des retours trame.
Appliquer un signal vidéo composite CVBS sur l'entrée Péritel permet de nous affranchir des étages de réception et des fréquences intermédiaires.
En l'absence d'image, examiner la commande de commutation lente permettant de mettre en ligne le signal CVBS issu de la Péritel, permet de constater que le microcontrôleur de gestion répond à un ordre de la télécommande. On vérifie en même temps que le commutateur fonctionne.
Après avoir constater que le microcontrôleur réalise correctement la commande de commutation lente, il reste à vérifier que les grandeurs de réglage des circuits d'asservissement soient transmises aux circuits d'asservissement vidéo.

ATTENTION Veiller à ne pas négliger les problèmes consécutifs à un défaut de la mémoire NVRAM.

Particularité du transfert de data synchrone du retour trame

Les circuits réalisant la fonction asservissement vidéo permettent :
• l'indexation des signaux RVB aux commandes de l'utilisateur (Lumière « lu ». Contraste « co », Saturation « sa » des couleurs),
• l'équilibrage des couleurs (balance des blancs) et le rattrapage automatique des dispersions des points d'extinction des canons (*cut-off*).
La communication entre la gestion et le circuit d'asservissement vidéo peut être :
• l'écriture de *data* dans un registre du boîtier esclave pour une mise à jour ou un rafraîchissement d'un fonctionnement,
• la lecture d'un registre du boîtier esclave par le microcontrôleur. À partir d'un ordre de l'utilisateur ou d'une référence maintenue en NVRAM (souvent une EEPROM), le microcontrôleur calcul et transmet une nouvelle donnée à destination de l'esclave.

Pour éviter certains aléas de fonctionnement qui seraient visibles dans l'image, on choisit quelques fois de transmettre les *data* pendant les retours trame.

Les routines de communication sont alors déclenchées par un circuit, interne au microcontrôleur, synchronisé par les niveaux de suppression trame. Une absence de ces informations n'autorise plus la transmission des *data*. La gestion demande une configuration *écran noir* ou parfois la mise en veille du téléviseur.

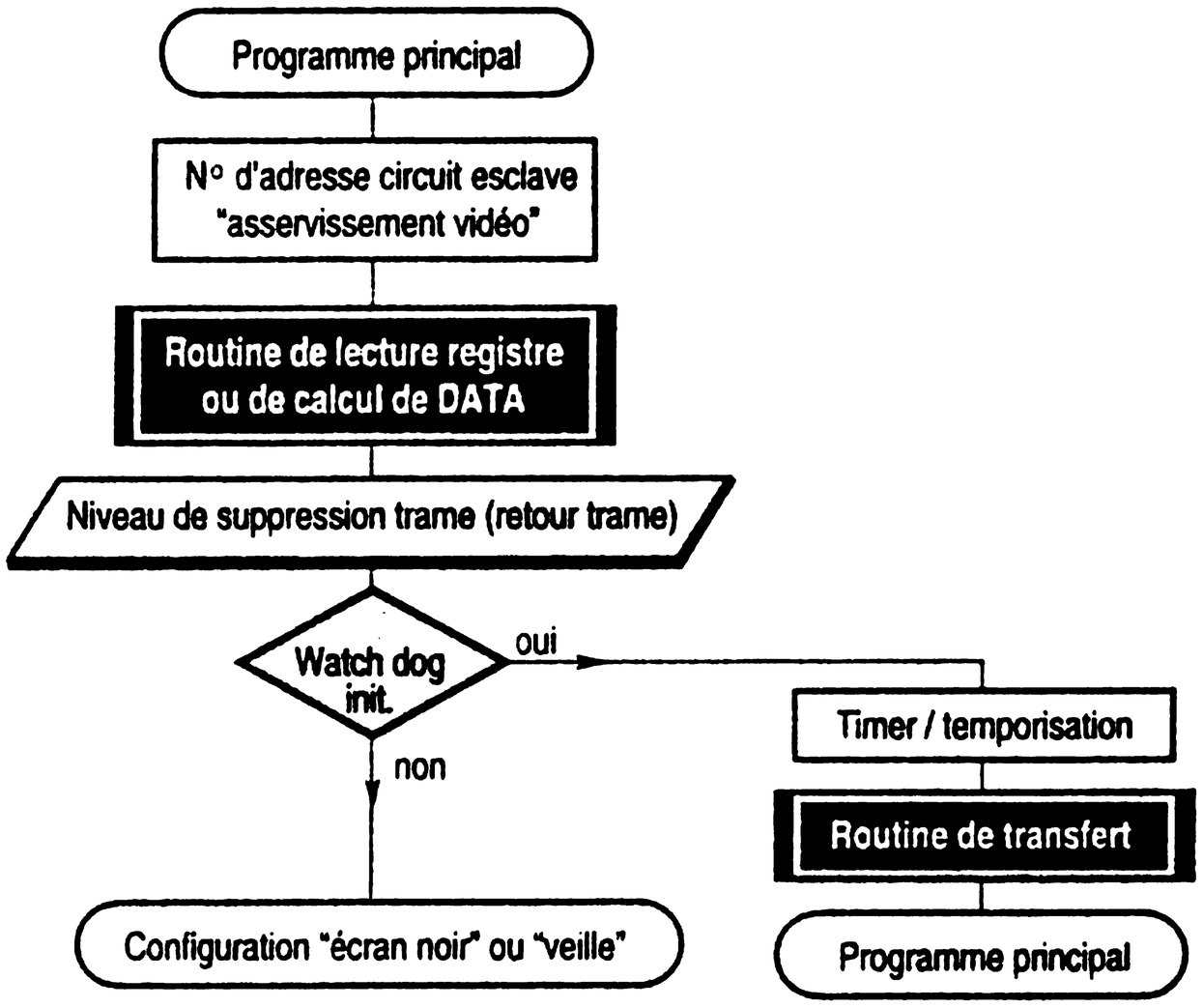


Fig. 35 : Rôle du « retour trame » dans le fonctionnement de la gestion.

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

CHAPITRE 3
COMMUTATIONS AUDIO-VIDÉO

LOCALISATION DES FONCTIONS

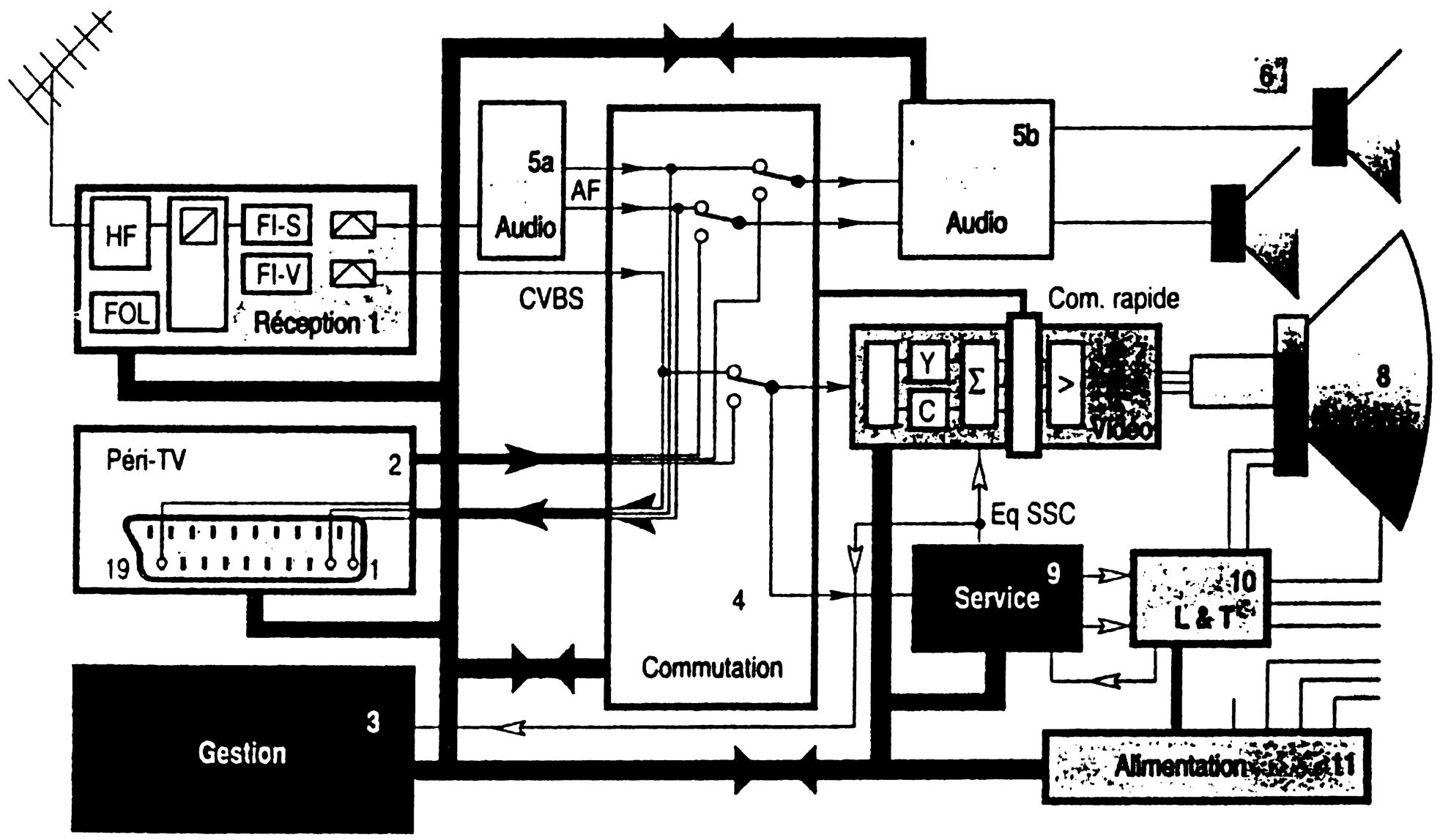


Fig. 1 : Organisation fonctionnelle du téléviseur.

Définition de la fonction Péri-Télévision

Le téléviseur étant considéré comme un terminal audio-vidéo, l'information audiovisuelle, issue du sous-ensemble (1) réception, ne constitue plus la source prioritaire à traiter par le téléviseur.

Le sous-ensemble (2) appelé Péri-Télévision regroupe tous les dispositifs permettant d'assurer les liaisons électriques avec les périphériques. En outre, le sous-ensemble Péri-Télévision comprend :

- les circuits d'interface péritélévision/téléviseur,
- les circuits de traitement du type télétexte,
- les circuits de traitement du type PIP (*Picture In Picture*) ou POP (*Picture Out Picture*),

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

• les décodeurs (*désembrouilleurs*),
• les circuits assurant la commutation des signaux vidéo et audio en provenance des différentes sources ou dirigés en sortie du TV (sur une prise SCART par exemple).

Les caractéristiques des signaux circulant en péritélévision sont fixées par des normes ou standards. Les figures suivantes résument les brochages des différentes prises utilisées.

Prise SCART (prise Péritel 21 broches)

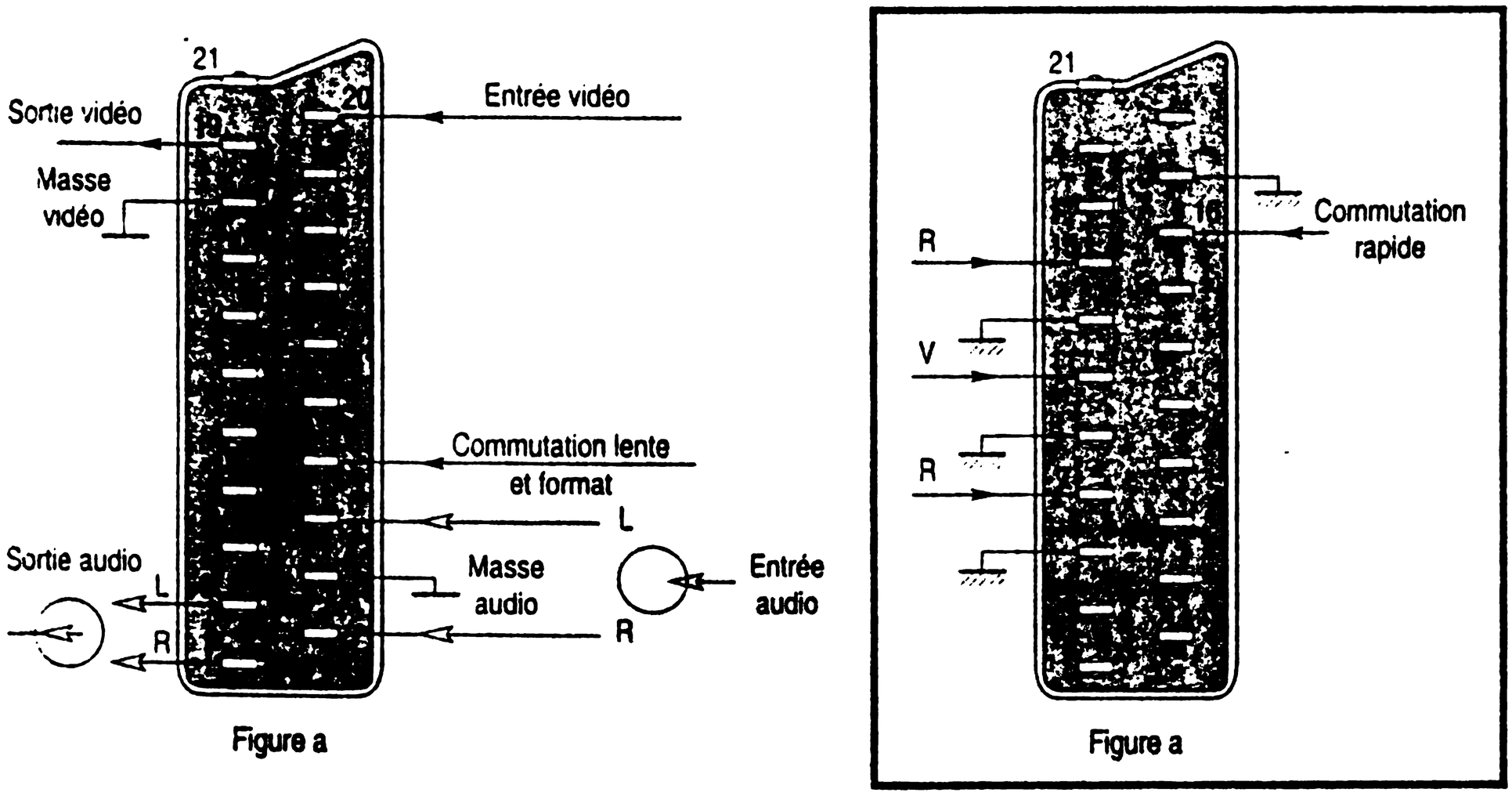
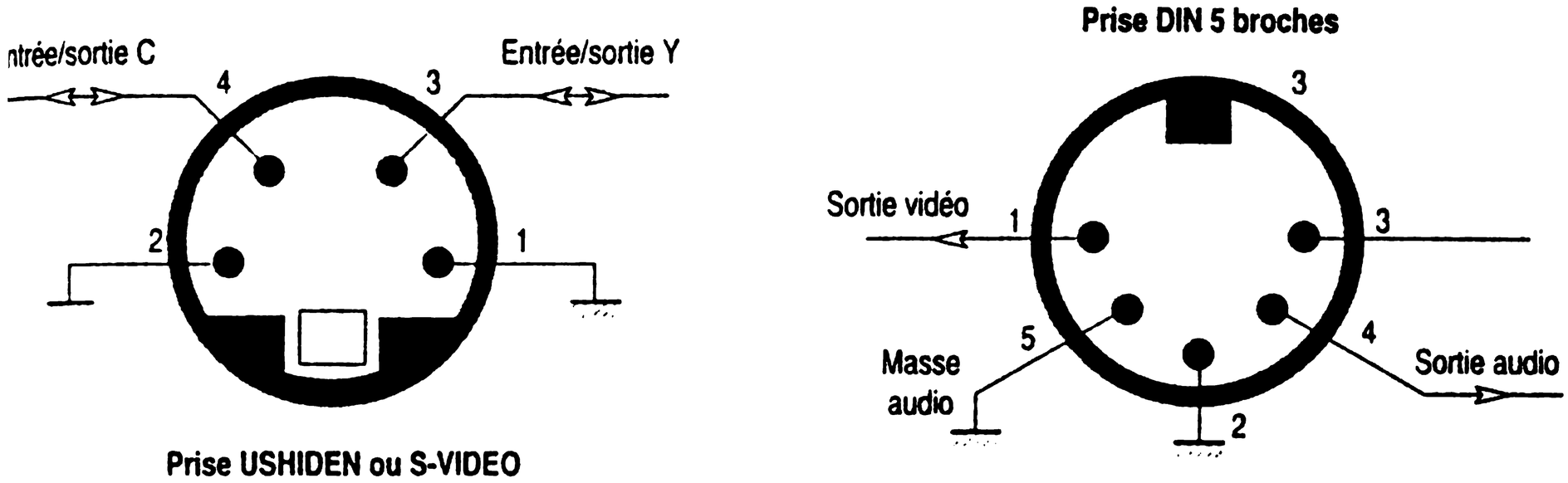


Fig. 2 : Prise SCART, 21 broches.

Depuis 1980, un décret fait obligation aux fabricants d'équiper les téléviseurs commercialisés en France de la prise Péritel aux normes déterminées par le SCART-SIMAVELEC (fig. 2).

La prise Ushiden (fig. 3) est essentiellement destinée à recevoir des informations séparées de type luminance Y et chrominance C. Les bandes passantes étant élargies, la qualité de l'image est améliorée quand les choix technologiques internes au téléviseur le permettent.

Un certain nombre d'autres prises peuvent être prévues. Elles sont généralement dérivées des précédentes ou sont à la norme CINCH.



g. 3 : Prise 4 broches Ushiden et 5 broches DIN.

DÉFINITION DES SOURCES AUDIO-VIDÉO

Suite aux spécifications du SCART-SIMAVELEC, nous pouvons classer en deux catégories les signaux pouvant donner une image.

Les vidéo-signaux appliqués aux circuits de traitement vidéo permettent de réaliser une image ou une séquence complète

Les signaux appliqués en entrée ont une durée très supérieure à la durée d'une trame.
Les vidéo-signaux sont du type :
• CVBS (signal *Color Vidéo Blanking Synchro*) :
au signal Y est additionné(s) la (les) sous-porteuse(s) C modulée(s) selon le standard PAL ou le standard SECAM. Ce signal est encore repéré FBAS ou plus simplement *vidéo composite*,

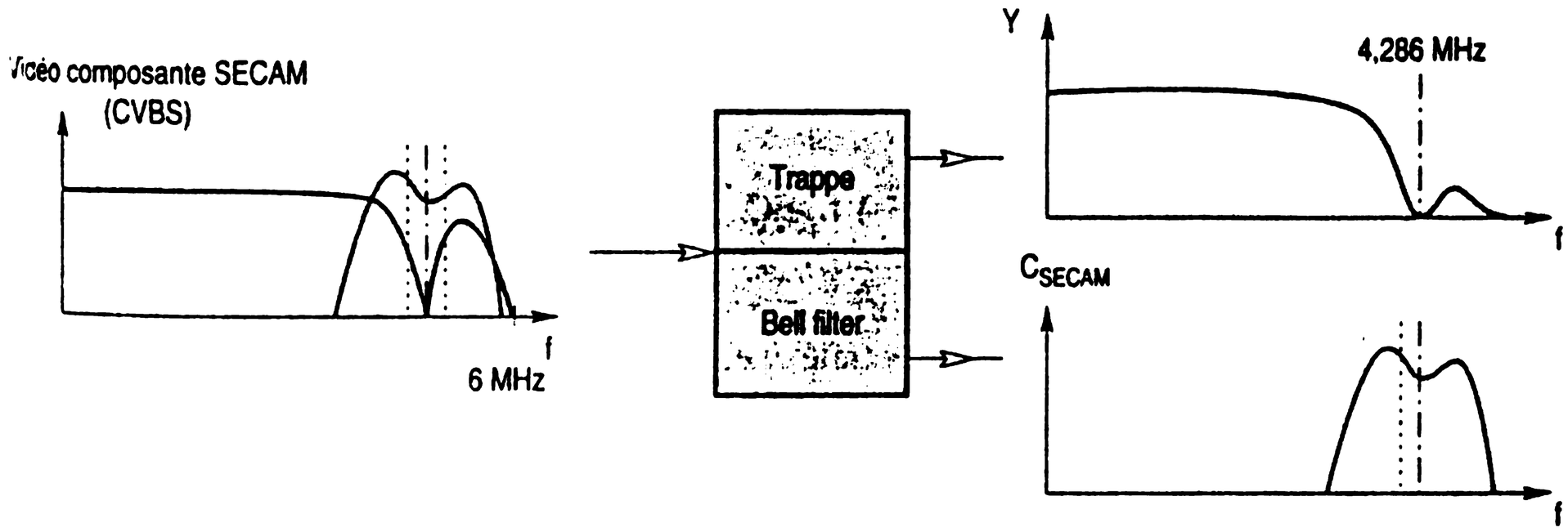


Fig. 4 : Spectre vidéocomposite, norme L, SECAM et séparartions des composantes Y et C (SECAM).

La figure ci-dessus (fig. 4) montre une bande passante théorique du signal Y de 6 MHz, conformément aux indications de la norme L. Sur la figure 5, la bande passante de Y (normes B, G) est réduite à 3,5 MHz après séparation des informations de luminance et de chrominance codée PAL,

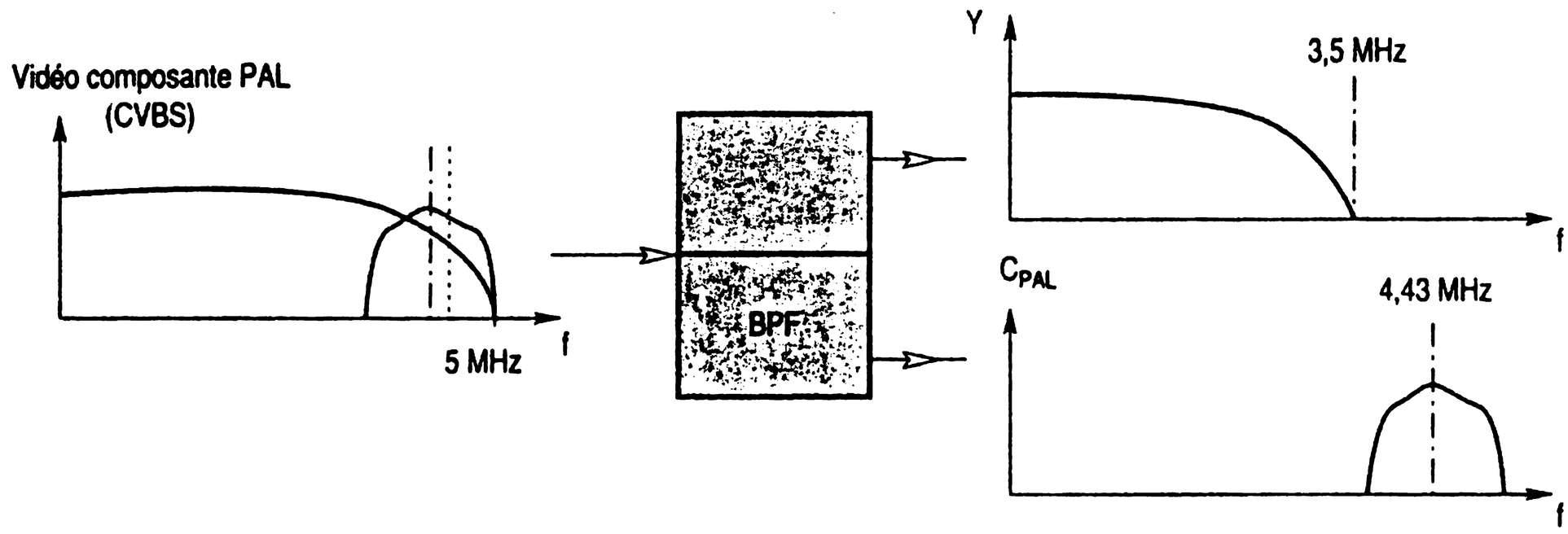


Fig. 5 : Spectre vidéocomposite, norme G, PAL et séparations des composantes Y et C (PAL).

Le signal CVBS peut provenir d'un périphérique ou de la réception HF-FI,
• Y-C séparés.

Dans l'état actuel des produits, ces signaux sont fournis par un camescope ou par un magnétoscope, utilisés en lecture. Le camescope ou le magnétoscope sont aux standards S-VHS ou HI-8. On simplifie par l'appellation S-VIDEO.

Fig. 6 : Spectre des signaux Y et C (PAL) en S-Vidéo.

La figure 6 montre qu'en S-VIDEO, le signal de chrominance est codé PAL, selon la norme actuellement en vigueur en Europe. La bande passante luminance Y est conforme aux normes B et G : elle est de 5 MHz. Nous n'envisagerons pas de téléviseur configuré S-VIDEO, la chrominance étant codée SECAM (sans norme actuellement).

L'ordre de commutation des signaux devant donner l'image est du type *commutation lente* (*CVBS Status*).

L'ordre, s'il est en provenance d'une prise Péritel (broche 8), est généralement pris en compte par la gestion et est régénéré. De plus, il est nécessaire d'informer le téléviseur du format de l'image à visualiser (format 4/3 ou format 16/9). L'actualisation de la norme SCART (mise à jour CENELEC) fixe les niveaux suivants sur la broche 8 :

• état bas de 0 V à 2 V : absence d'information en entrée de la prise SCART ou Péritel. Cas particulier : il se peut que la source fournissant les informations en entrée de la Péritel ne soit pas conforme à la norme SCART,
• état haut de 9 V à 12 V : l'information vidéo composite, présente en entrée sur la prise SCART (Péritel), correspond à une image dont le format est 4/3,
• état intermédiaire de 5 V à 7 V : l'information vidéo composite, présente en entrée sur la prise SCART (Péritel), correspond à une image dont le format est 16/9.

Les vidéo-signaux considérés sont d'origine numérique

Leur durée peut être très inférieure à la durée d'une ligne (éléments de logo ou de PIP).
La durée est inférieure à une trame quand il s'agit de visualiser une page de télétexte.

Les vidéo-signaux sont du type RVB et sont issus :
• du générateur OSD (*On Screen Display*) interne à la gestion du téléviseur,
• du décodeur télétexte quand il est en marche,
• de la fonction PIP (fig. 8) ou POP lorsque le téléviseur est équipé d'un tube au format 16/9 et quand une image 4/3 est visualisée décentrée à gauche, il est possible d'incruster des images dans le tiers inoccupé à droite de l'écran (fig. 9).

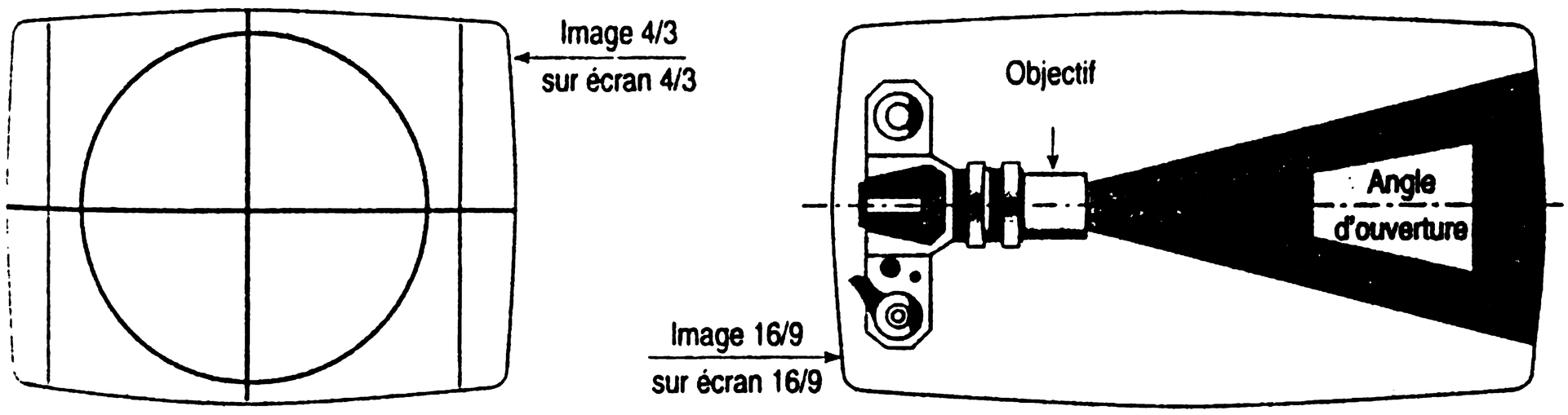


Fig. 7 : Image 4/3 et image 16/9.

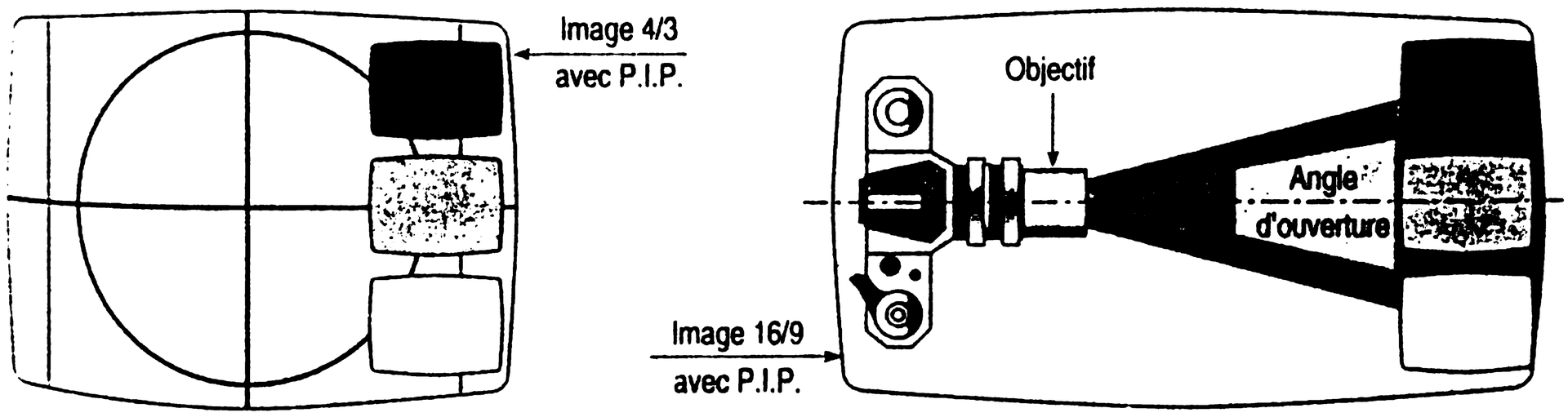


Fig. 8 : Incrustation type PIP (Picture In Picture).

La figure 9 montre que l'image télétexte n'est pas une image plein écran. L'image télétexte vient masquer l'image vidéo en provenance de la même source vidéo que le télétexte.

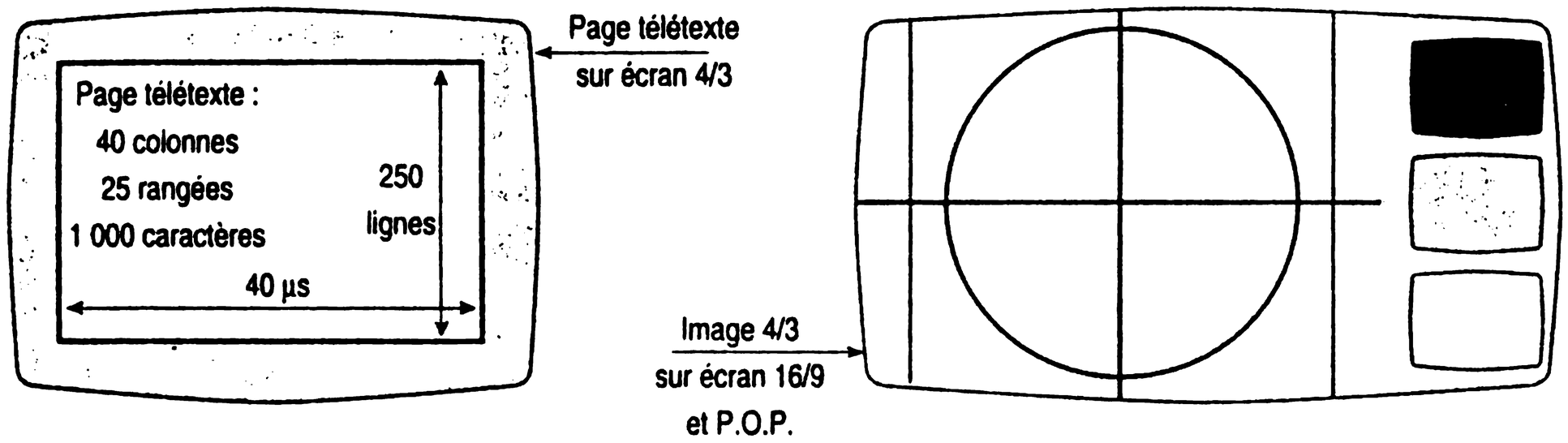


Fig. 9 : Page télétexte. Incrustation POP (Picture Out Picture).

• de la prise Péritel ; la source des signaux étant généralement un micro-ordinateur, il est alors nécessaire de disposer d'un signal de synchronisation appliqué broche 20 de la Péritel.

Pour être pris en compte dans l'image, les vidéo-signaux RVB doivent être accompagnés d'un signal de *commutation rapide* ou *Fast BLanking* (noté FBL sur les schémas), généré par la même source que les signaux RVB.

Particularités liées aux chaînes cryptées

Les signaux audio-vidéo sont issus de la réception HF-FI. Ils peuvent être transmis en clair selon la norme L', ou cryptés.
Quand les signaux sont cryptés, il est nécessaire d'utiliser un décodeur (décrypteur ou *désembrouilleur*) par l'intermédiaire d'une des prises Péritel. Dans ce cas, l'ensemble des circuits de commutation péritélévision permet d'assurer automatiquement le cheminement des signaux audio et vidéo sans aucune intervention manuelle.
• le son crypté monophonique ou stéréophonique est alors disponible sur les broches 1 et 3,
• le signal vidéo composite crypté est disponible sur la broche 19.

Lors de la réception de Canal + en clair ou lors de la réception des autres chaînes (TF1, France2, France3, RTL+, etc.), le décodeur n'est pas activé. La broche 8 (commutation lente) est maintenue par le décodeur à un niveau bas.

Lors de la réception cryptée de Canal +, le décodeur est informé et génère un niveau haut sur la broche 8 de la Péritel. Les signaux audio et vidéo transitent par le décodeur et sont disponibles en clair sur :

• la broche 20 pour le signal vidéo composite décrypté,
• les broches 1 et 3 pour le son décrypté.

REMARQUE Les constructeurs montent généralement deux prises Péritel :
• une prise complète destinée à recevoir un magnétoscope, un lecteur vidéo disque, etc.,
• une prise incomplète destinée à recevoir le décodeur Canal +. Lorsqu'un magnétoscope est câblé péritel-péritel à un téléviseur, il est conseillé à l'utilisateur d'installer le décodeur (Canal + par exemple) sur le magnétoscope quand celui-ci est équipé d'une seconde prise Péritel.

COMMUTATION DES SOURCES AUDIOVISUELLES

Organisation fonctionnelle

La lecture des schémas structurels partiels donnés par les constructeurs nous conduit à élaborer le schéma suivant (fig. 10).

Dans une première étape et dans un souci de simplification, nous ne considérerons pas les circuits et signaux associés permettant de réaliser :
• l'incrustation d'image (PIP ou POP),
• le télétexte (TXT).

L'évolution des circuits et l'introduction des techniques de numérisation des signaux vidéo équipant les châssis de type 100 Hz ou pilotant un tube cathodique au format 16/9 ont conduit à modifier le point de commutation rapide dans la chaîne du traitement vidéo (fig. 11). Ainsi, sur les châssis récents (type FL1-100Hz de PHILIPS ou ICC9 de THOMSON, etc.), la commutation rapide (*Fast Blanking*) est réalisée au niveau des signaux Y, R-Y, B-Y.

L'organisation fonctionnelle devient alors conforme au schéma précédent (fig. 11). Les signaux RVB issus de la prise Péritel ou des fonctions péri-TV (télétexte, PIP, etc.) sont transposés en Y, R-Y, B-Y.
La commutation des sources RVB est réalisée dans l'environnement de la prise Péritel ou dans les circuits d'asservissement vidéo.
Quand le téléviseur est équipé de plusieurs prises, certaines peuvent être affectées à des fonctions particulières. En général, la prise Péritel n°1 est à la norme SCART et est complète. Les autres prises Péritel, Ushiden, Din ou Cinch ont des configurations particulières. La nature des signaux circulant sur ces prises est en partie déterminée par la gestion.

Fonction recopie d'écran ou monitoring

Par définition, la fonction de recopie d'écran ne concerne que les signaux audiovisuels d'une durée très supérieure à la durée d'une trame.

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

Le signal vidéo composite de l'image visualisée et les signaux audio, correspondant au son reproduit, sont disponibles sur une prise Péritel ou sur un ensemble Ushiden et Cinch.
Le schéma 12 est issu du châssis AE-2 de SONY.

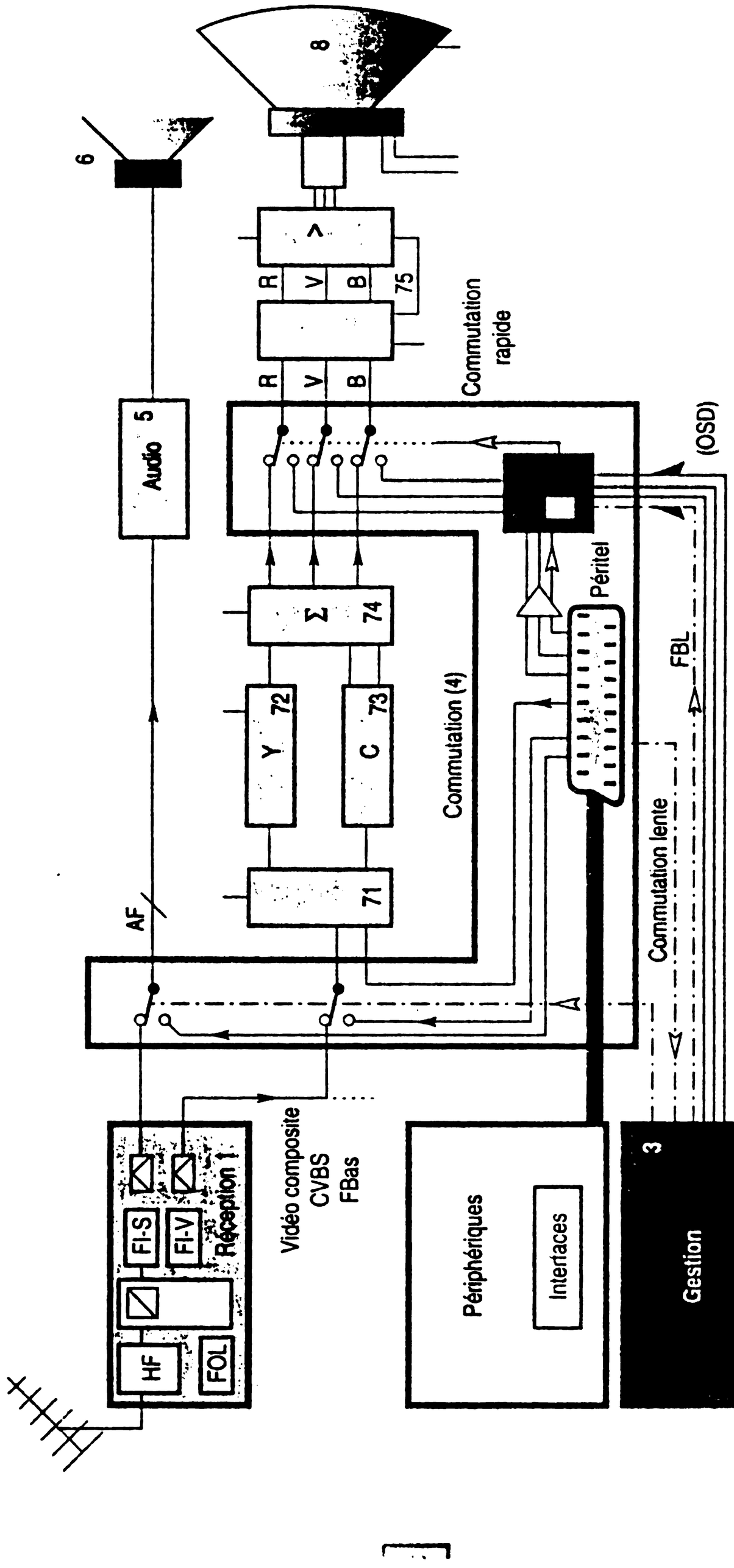


Fig. 10 : Situation des commutations dans la chaîne de traitement du signal.

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

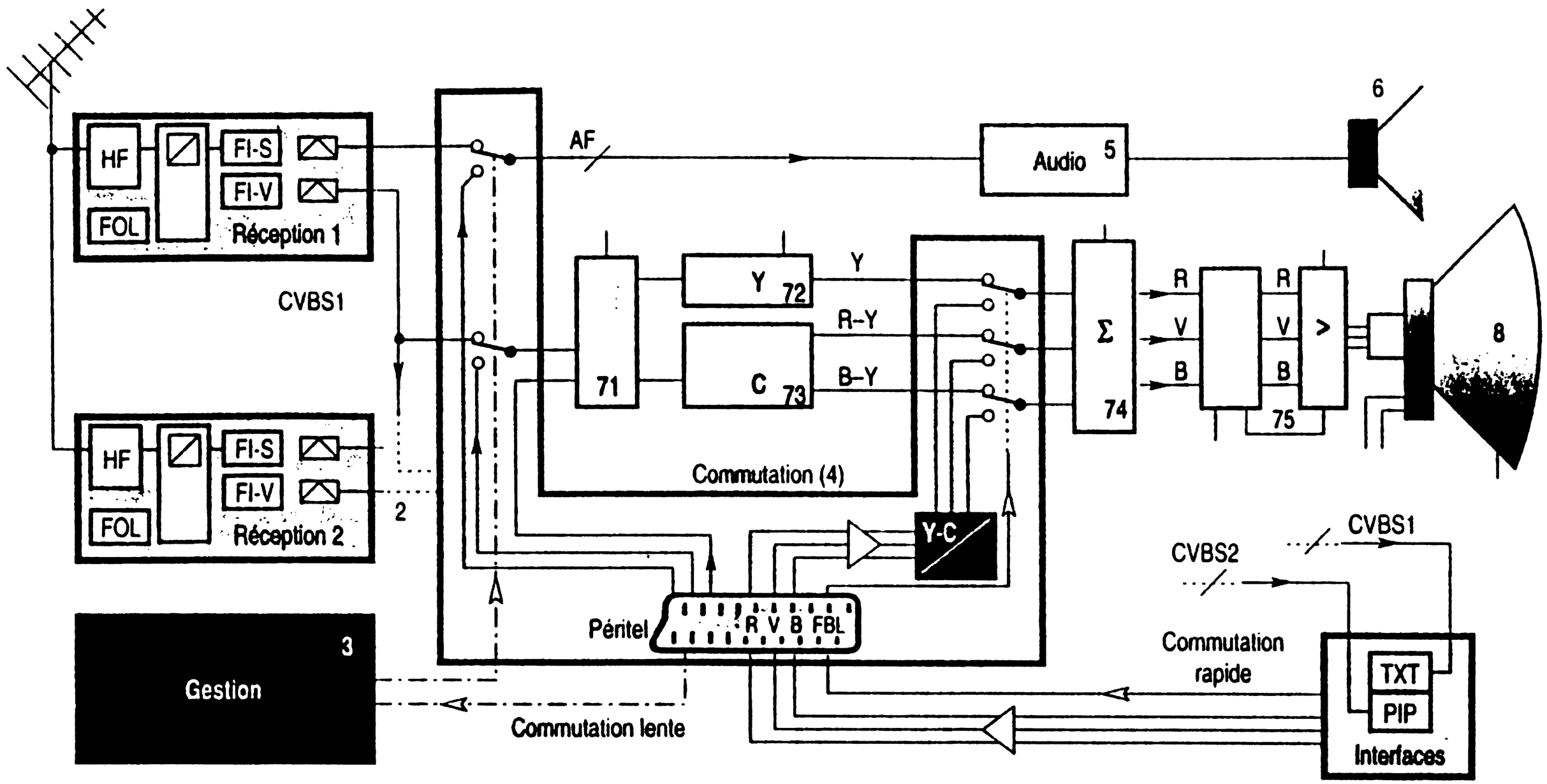


Fig. 11 : Les signaux R, V, B sont transposés en Y, R-Y, B-Y, puis acheminés vers les circuits de commutation rapide.

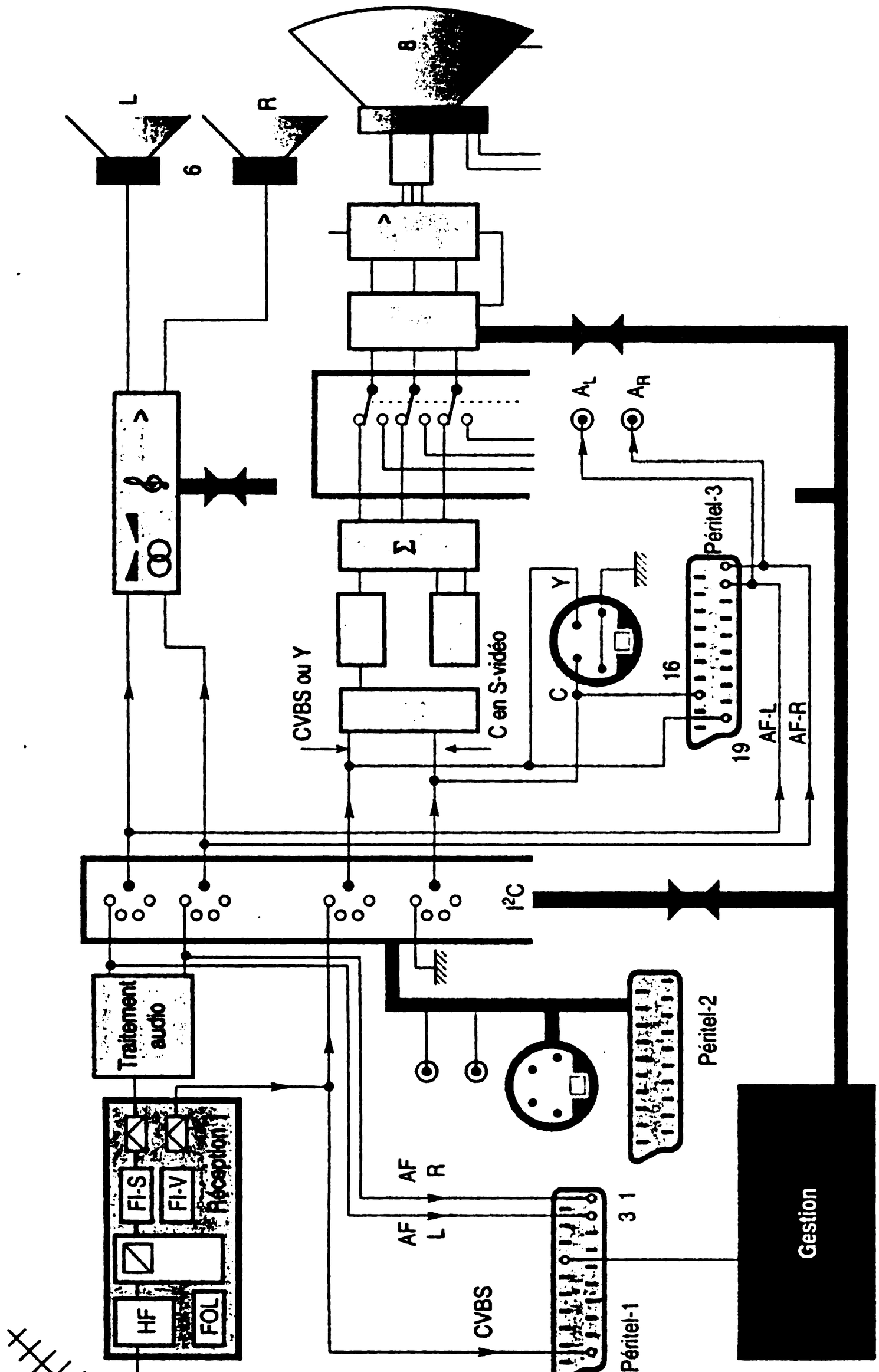
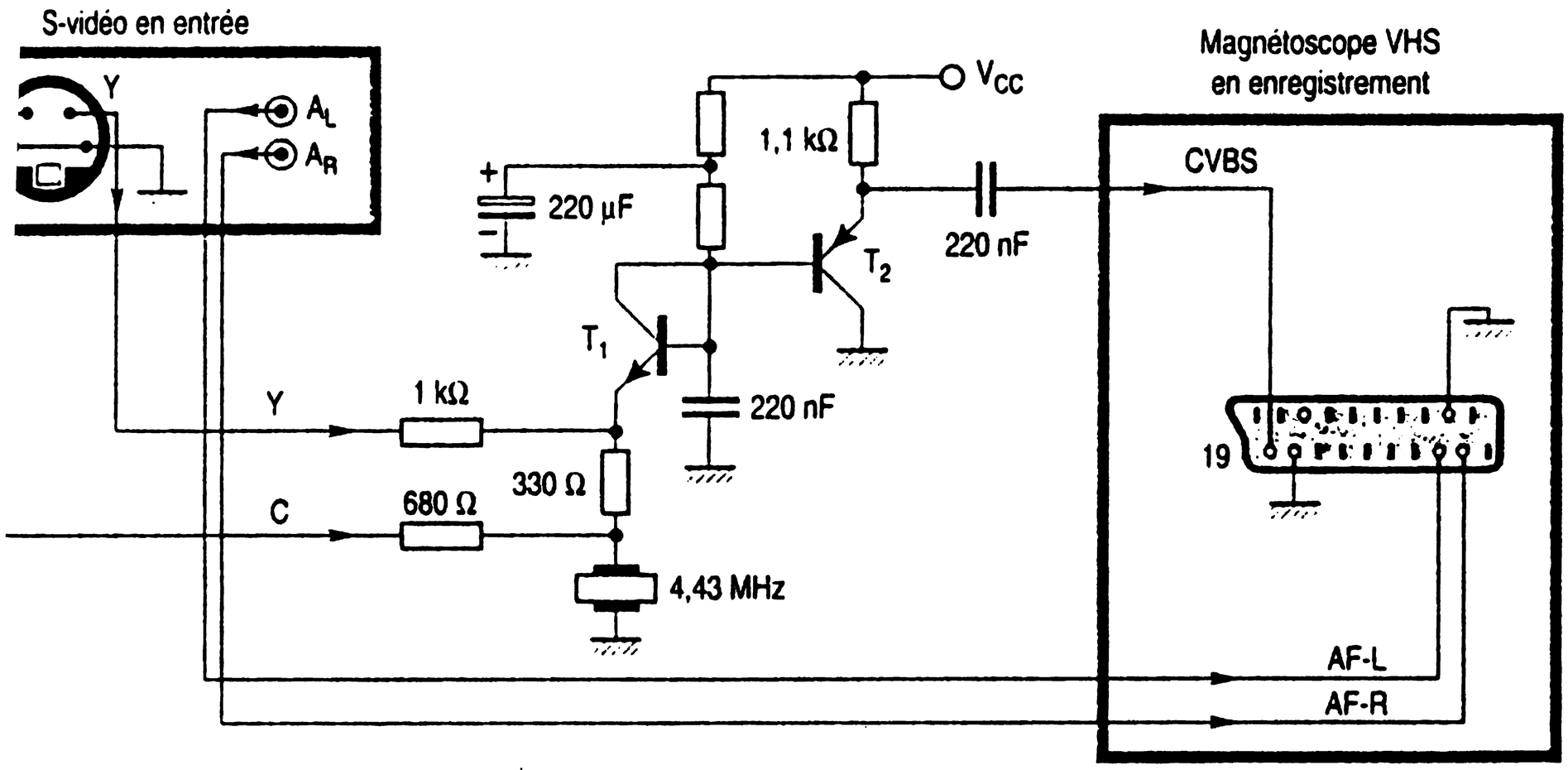


Fig. 12 : Organisation des différentes prises du téléviseur.

Considérons une source S-VIDEO (par exemple un camescope) utilisée en entrée de la prise Ushiden frontale, câblée en parallèle avec la prise péri-2. Il est intéressant de pouvoir faire une copie (partielle, lors d'un montage par exemple), le téléviseur étant utilisé en tant que moniteur :
• si les circuits du téléviseur sont conformes au schéma précédent, le magnétoscope à utiliser doit être conforme aux spécifications S-VIDEO,
• le camescope doit être branché sur l'une des prises câblées en entrée des circuits de traitement vidéo (prises Ushiden et Cinch ou prise Péritel repérées péri-3 sur le schéma précédent),
• le téléviseur doit être configuré de telle façon que les prises péri-2 soient en entrée audio-vidéo, de façon à mettre en communication ces prises avec les circuits de traitement vidéo.

Dans le cas où, pour faire la copie, on ne dispose que d'un magnétoscope VHS-HIFI, il faut résoudre les problèmes de compatibilité entre les appareils. Le schéma 13 est extrait d'une documentation FL1.* de PHILIPS. Quand des signaux vidéo de type S-VIDEO sont appliqués en entrée du circuit, on récupère en sortie un signal de type vidéo composite CVBS.



. 13 : Circuit mélangeur. Les signaux Y et C sont mélangés pour obtenir un signal vidéo composite VBS).

Fonction de recopie

Définition

Une information audio-vidéo est appliquée en entrée sur une prise Péritel et est disponible en sortie sur une autre prise Péritel. Le téléviseur reste disponible et permet de transmettre les images et les sons provenant d'une autre source audio-vidéo.
Le schéma 14 est issu du châssis AE-2 de SONY.

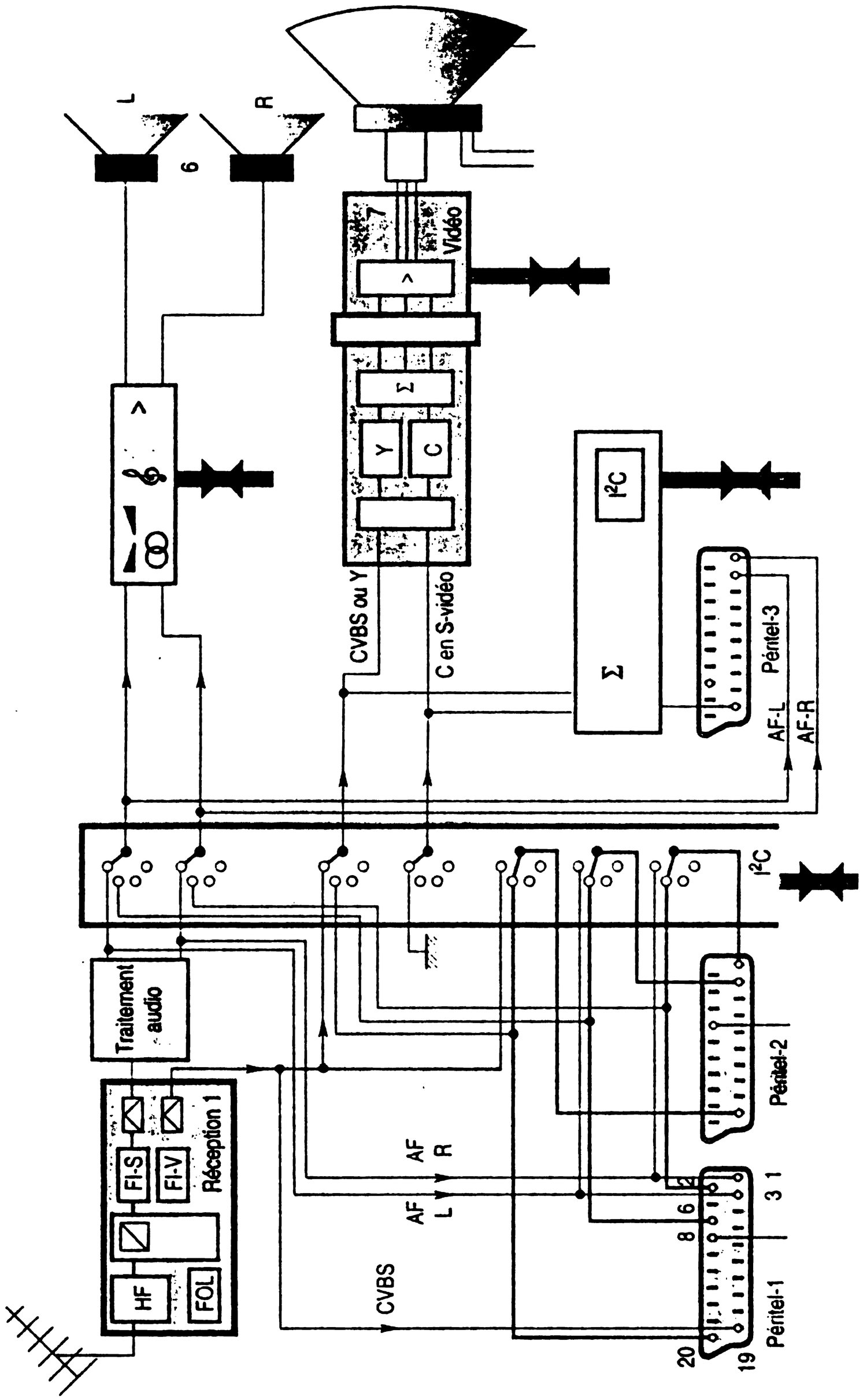


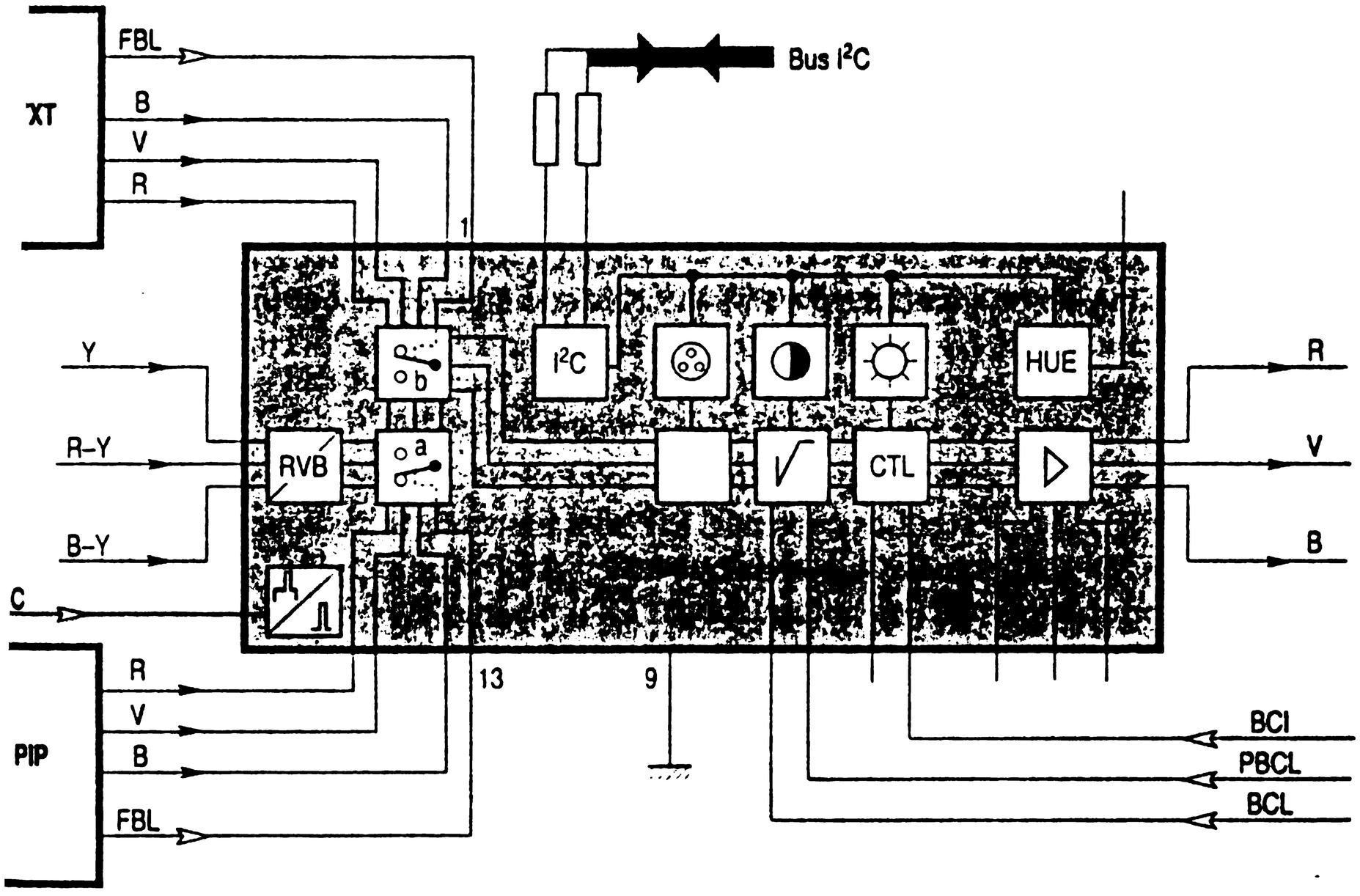
Fig. 14 : Equipement et commutation assurant la function recopie.

Ce schéma résume la configuration du téléviseur. Les commutateurs de la commutation lente, pilotés par l'interface I2C, sont dans des positions tel que :
• les signaux audio, en provenance de la fonction réception (1), sont mis en communication avec les étages de traitement son,
• les signaux vidéo, en provenance de la fonction réception (1), sont mis en communication avec les étages de traitement vidéo.

REMARQUE Les signaux audio-vidéo traités par la fonction réception (1), sont disponibles en sortie sur la prise repérée péri-1.
Les signaux audio-vidéo appliqués sur les broches en entrée de la prise péri-1 sont mis en communication avec les broches de sortie de la prise péri-2. Il est donc possible d'effectuer une copie d'une source connectée sur la prise péri-1 si un magnétoscope en mode enregistrement est connectée sur la prise péri-2.

Commutation rapide : exemple du châssis FL1. (PHILIPS)*

Les circuits de commutation rapide sont en partie intégrés au circuit TDA4680 (fig. 15) dont la fonction essentielle est de réaliser l'asservissement vidéo.



5 : Le composant TDA4680 intègre des éléments de commutation rapide.

Pour comprendre le fonctionnement, les commutations internes au TDA4680 ont été développées. La lecture du schéma 16 en est facilitée d'autant.

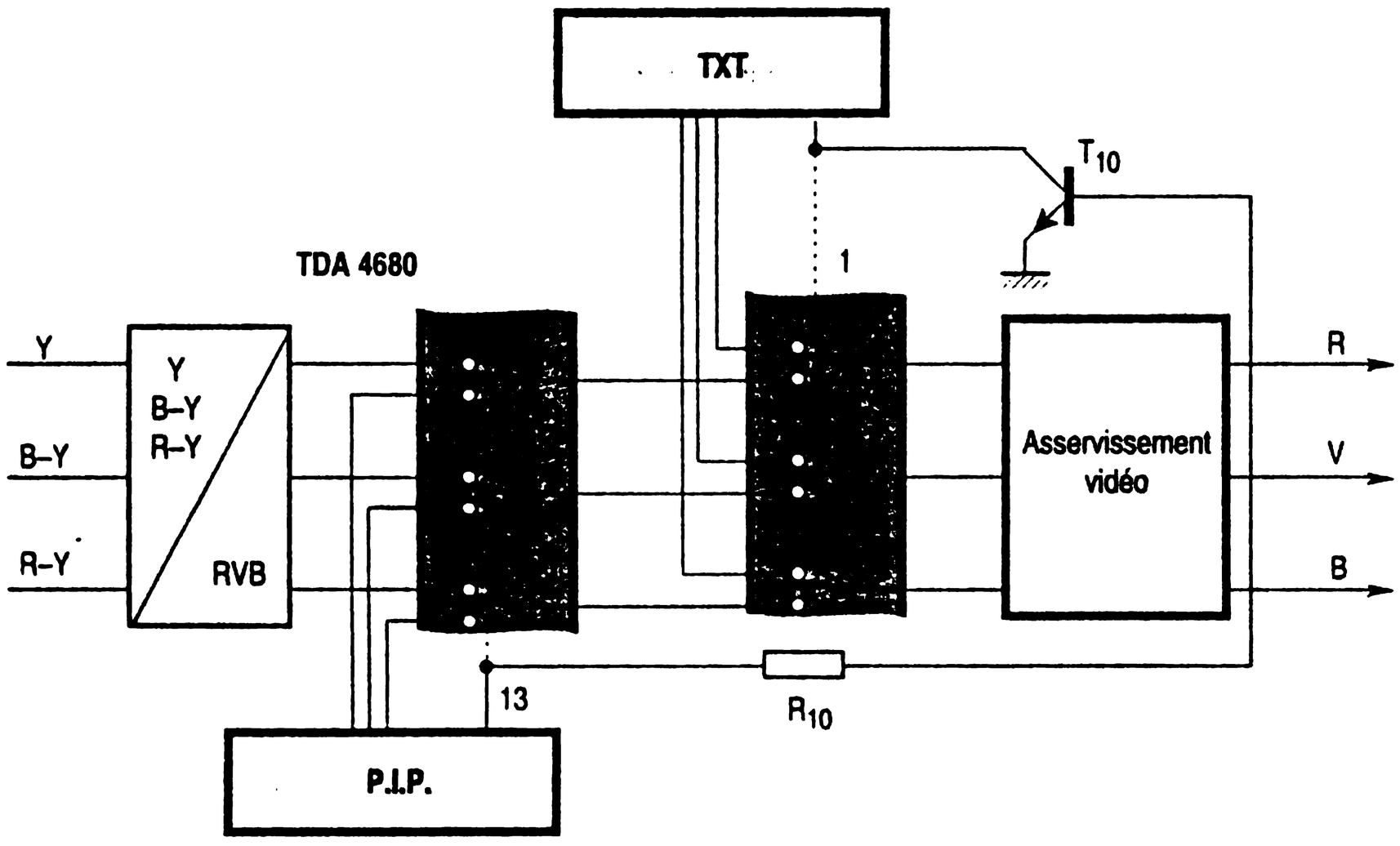


Fig. 16 : Commutation rapide de plusieurs sources RVB, source prioritaire.

En fonctionnement normal, c'est l'image principale qui est visualisée : les commutateurs sont au repos ; Y, B-Y et R-Y sont en liaison avec les circuits d'asservissement vidéo. La lecture du schéma du constructeur donne les tensions alors présentes sur les broches 1 et 13 du TDA4680 (niveau bas).

Lorsque la fonction TXT est activée, la tension FBL-TXT broche 1 du TDA4680 atteint un niveau haut : les commutateurs sont basculés. Les contenus RVB du télétexte sont alors transmis vers la fonction asservissement vidéo.

De la même façon, lorsque la fonction PIP est activée, une tension FBL-PIP est générée. Les contenus PIP sont transmis. Si les fonctions PIP et TXT sont activées simultanément, les informations issues du PIP sont prioritaires sur les informations TXT, le transistor T10 imposant un niveau bas sur la broche 1 (fig 16).

REMARQUE **Pour être complet, la commutation rapide doit aussi prendre en compte les composantes RVB issues de la Péritel n°1 qui est câblée selon la norme SCART.**

CHAPITRE 4
TRAITEMENT VIDÉO

ORGANISATION FONCTIONNELLE

Le signal vidéo composite (CVBS-FBAS) ou les signaux Y-C séparés sont en provenance de :
• l'ensemble HF-FI du récepteur. ou
• de la Péritel, broche 20 (validé par la commutation lente de la broche 8 au niveau haut), ou
• de la prise S-VIDEO (standards S-VHS ou HI 8).

Ces signaux sont appliqués à un ensemble de fonctions (fig. 1) capable de :
• séparer Y et C pour un signal vidéo composite CVBS ou FBAS (repère FS 71),
• décoder C, aux standards PAL ou SECAM ou éventuellement NTSC (repère 73),
• contrôler la bande passante de la voie Y, éliminer la (les) sous-porteuse(s) chrominance, retarder Y (repère 72),
• dématricer les signaux Y, R-Y et B-Y (repère 74),
• asservir les signaux RVB, amplifier et adapter les signaux à la commande du tube image (repère FS 75).
Les techniques d'intégration des circuits, l'évolution vers la restitution d'une image de qualité améliorée, font que des variantes pourront être envisagées. La compréhension des signaux associés en sera facilitée.

On peut considérer qu'actuellement deux grandes lignes de produits cohabitent :
• le traitement vidéo analogique : l'ensemble des structures réalisant les fonctions « vidéo » (7 de la fig. 14, chap. 3) est construit sur la base de circuits analogiques,
• le traitement vidéo numérique : les fonctions secondaires repérées 71 (séparation Y-C), 72 (traitement Y), 73 (traitement C) et 74 (matriçage, asservissement RVB) sont réalisées par des circuits numériques, alors que, dans les circuits actuellement développés, l'incrustation, l'adaptation et l'amplification de puissance sont analogiques.

Quelques châssis utilisent des circuits à échantillonnage. Le signal n'est cependant pas numérisé.

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

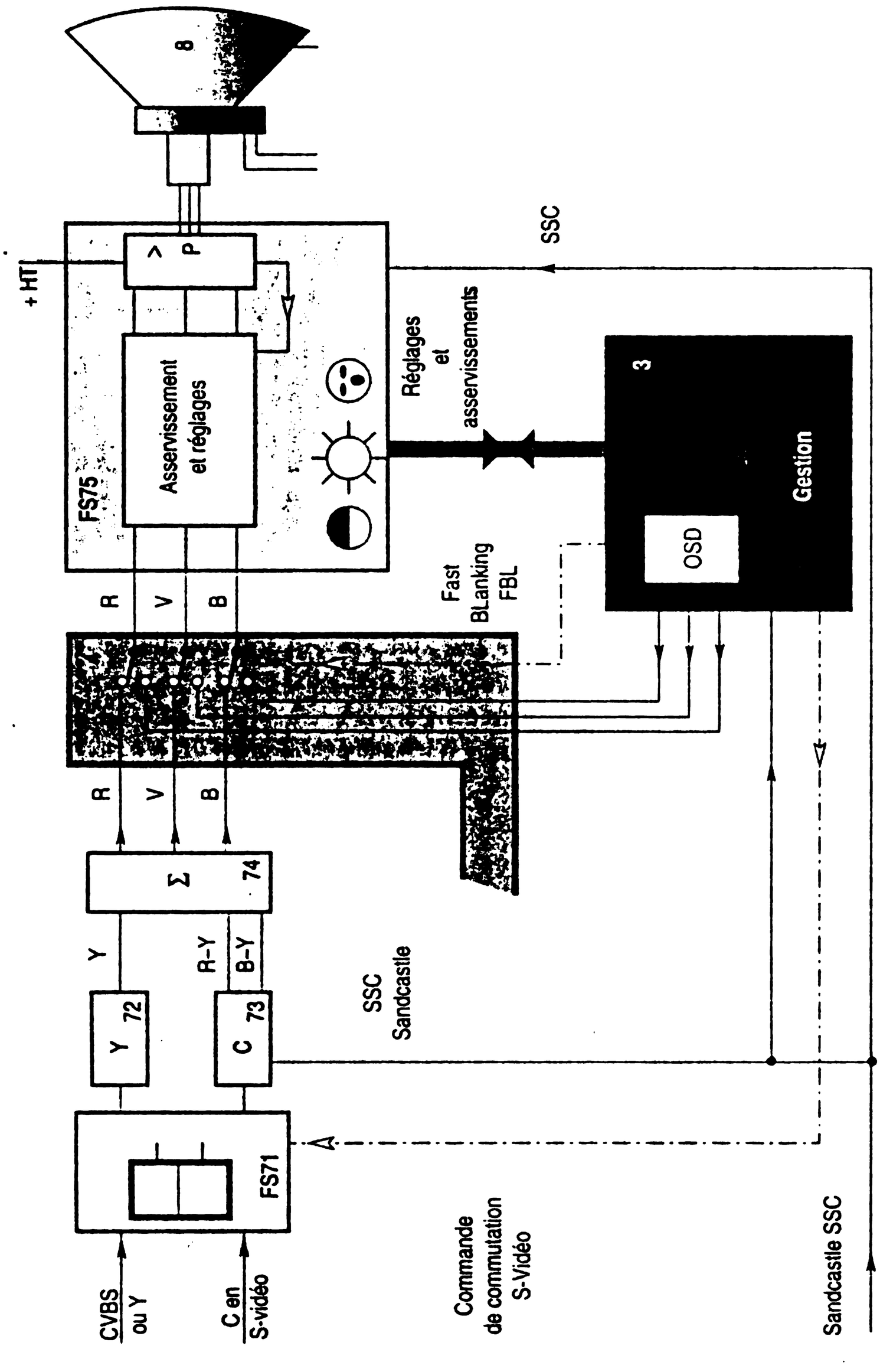


Fig. 1 : Organisation fonctionnelle de l'ensemble de traitement vidéo.

PRINCIPE DU CODAGE/DÉCODAGE SECAM

Codage SECAM

Le signal de luminance Y est obtenu (dans la caméra) avec une fréquence maximale de 6 MHz, ce qui représente la borne supérieure de la bande autorisée en norme L.

Pour mémoire : $Y = 0{,}3\ R + 0.59\ V + 0{,}11\ B$

Au signal de luminance sont additionnés les signaux de service (synchronisation ligne et trame, effacement).

Pour libérer un espace dans la partie supérieure de la bande, le signal Y passe par un circuit *trappe* centré sur 4,286 MHz (filtre coupe-bande) représenté figure 2.

Information de chrominance : signaux de différence de couleur :

- R-Y → Dr : signal de différence rouge,
- B-Y → Db : signal de différence bleu.

Compte tenu des valeurs prises par Dr et Db, il est possible de pondérer leurs valeurs de façon à obtenir une meilleure répartition des énergies sur les raies constituant le spectre du signal HF modulé par les signaux vidéo-composites :

- D'r = – 1,9 Dr
- D'b = + 1,5 Db

Transmission séquentielle des signaux de différence de couleurs

L'observateur se satisfaisant d'une définition horizontale plus faible que celle de l'information de luminance, une seule information de chrominance est transmise à un moment donné (fig. 2).

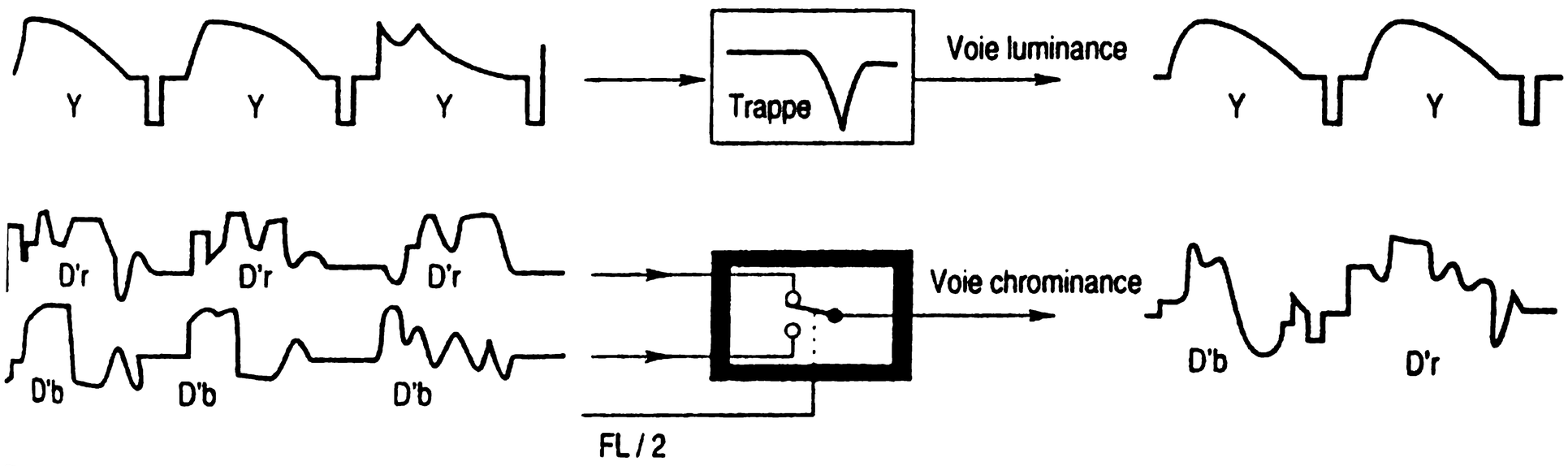


Fig. 2 : Trappe luminance et commutation D'b, D'r de l'encodeur SECAM.

Il en résulte :

- un risque de diaphonie plus important entre les signaux de différence de couleur,
- la possibilité d'adopter la modulation de sous-porteuse la plus appropriée (Modulation de Fréquence),
- la transmission est réalisée ligne par ligne.

Réduction du spectre chrominance et préaccentuation de D'r, D'b

Compte tenu du faible pouvoir de résolution de l'œil vis-à-vis des informations de chrominance, le spectre des signaux D'r, D'b est réduit à 1,4 MHz avant commutation séquentielle.

D'autre part, en modulation de fréquence, il est nécessaire de préaccentuer les fréquences hautes du signal modulant avant modulation de la porteuse afin d'améliorer le rapport signal sur bruit.

Cette double opération est réalisée par un seul circuit (*preemphasis* – préaccentuation, réalisée par un filtre passe-bas LPF dont la courbe de réponse est fixée par le standard SECAM).

L'action sur des signaux de mire de barre normalisée est résumée sur les figures suivantes (fig. 3 et 4) :

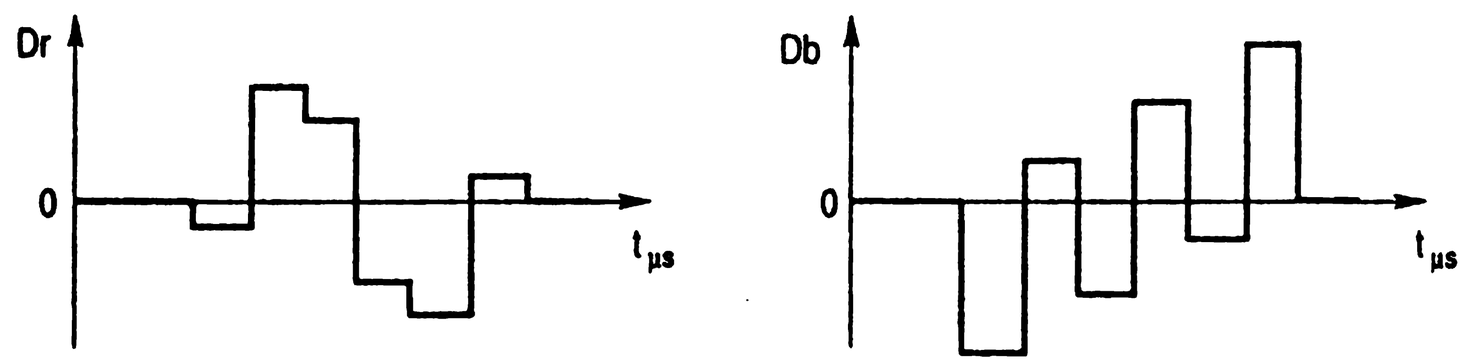


Fig. 3 : Signaux avant préaccentuation.

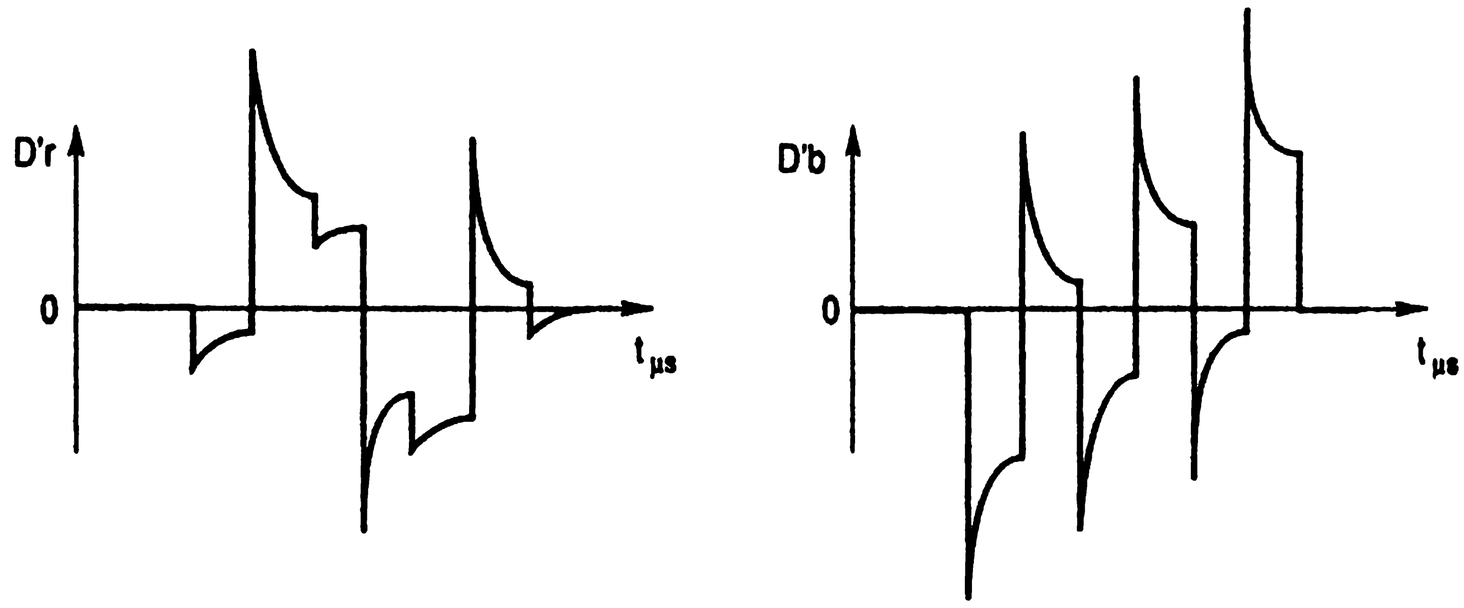


Fig. 4 : Signaux préaccentués.

Modulation de fréquence des sous porteuses fo_R , fo_B chrominance

La fréquence de repos est de fo_B = 4,250 MHz pour les lignes bleues, soit 15,625 × 272 = 4 250 kHz.

La fréquence de repos est de fo_R = 4,406 MHz pour les lignes rouges, soit 15,625 × 282 = 4 406 kHz.

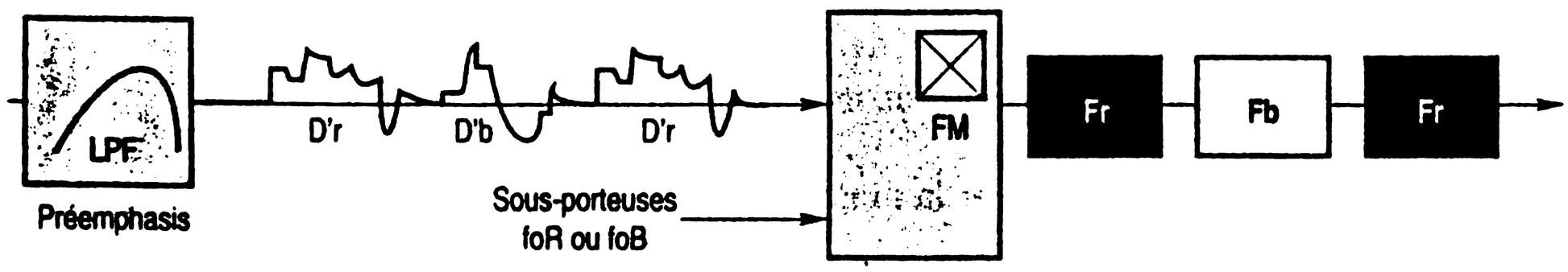
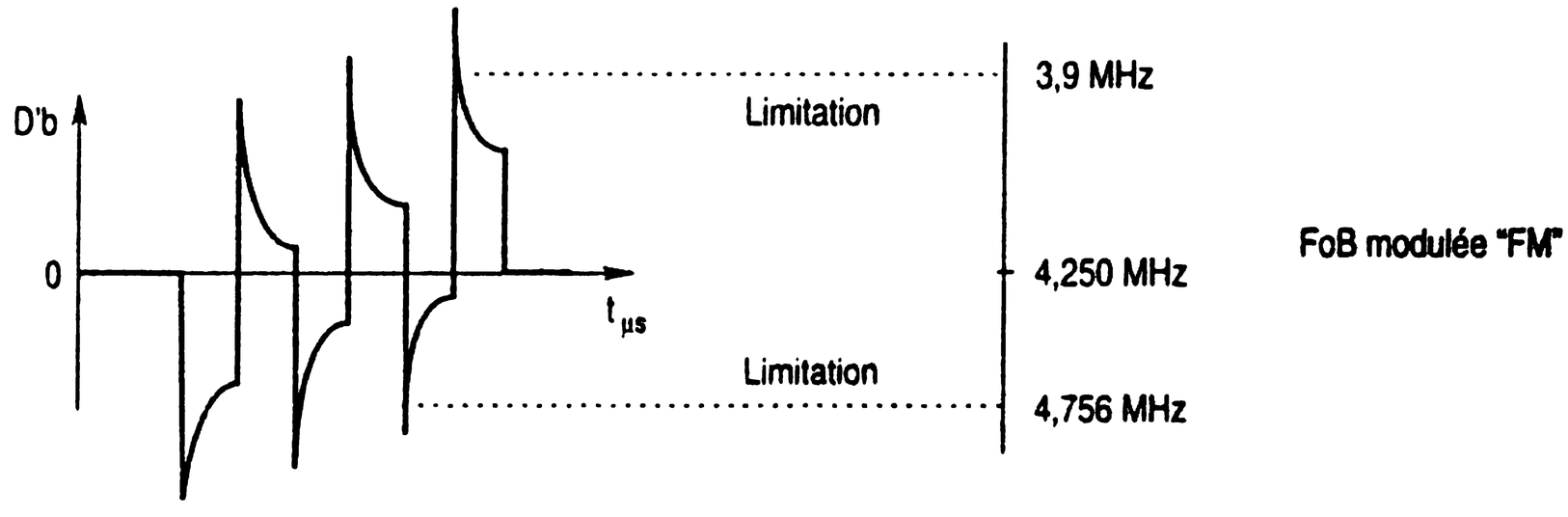


Fig. 5 : Préaccentuation et modulation (FM) de l'encodeur SECAM.

Lors de la modulation de fréquence (fig. 5) des sous-porteuses fo_B et fo_R par les signaux D'b et D'r préaccentués, il est nécessaire de limiter l'excursion de fréquences (fig. 6 et 7) :

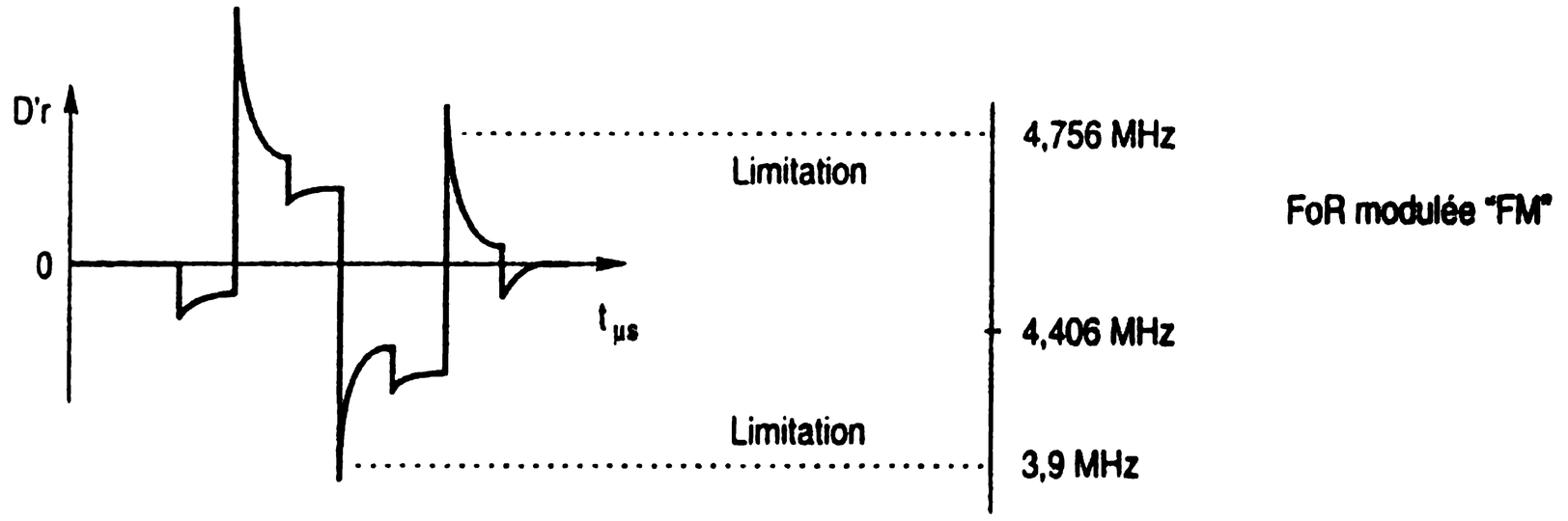
spectre de Fb : – 350 kHz < Fo_B < + 500 kHz



6 : Limitation de Fo_B modulé « FM ».

Une augmentation de la tension D'b provoque une diminution de la fréquence de la sous-porteuse modulée FM.

spectre de Fr : – 500 kHz < Fo_R < + 350 kHz



7 : Limitation de Fo_R modulé « FM ».

Une augmentation de la tension de D'r provoque une augmentation de la fréquence de la sous-porteuse modulée FM.

Optimisation du système SECAM

Les préoccupations principales ont été les suivantes :

- amélioration de la compatibilité du système SECAM vis-à-vis des anciennes normes européennes de téléviseur monochrome,
- amélioration de la transmission des transitoires de chrominance compte tenu d'un spectre limité,
- amélioration du facteur de bruit, principalement pour les couleurs à faible luminance comme le rouge ou le bleu,
- réduction de la visibilité des sous-porteuses sur les récepteurs monochromes.

Une solution globale consiste à utiliser un filtre *anti-cloche* dans la voie chrominance du circuit de codage SECAM.

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

Le circuit anti-cloche est :
- centré sur 4,286 MHz,
- placé après la modulation des sous-porteuses.

Le passage des signaux Fr et Fb dans le filtre anti-cloche provoque une *modulation d'amplitude*. Cette variation de l'amplitude du signal FM (sous-porteuses chrominance modulées FM) est d'autant plus importante que les fréquences contenues dans Fr et Fb sont loin du centre 4,286 MHz du filtre anti-cloche.

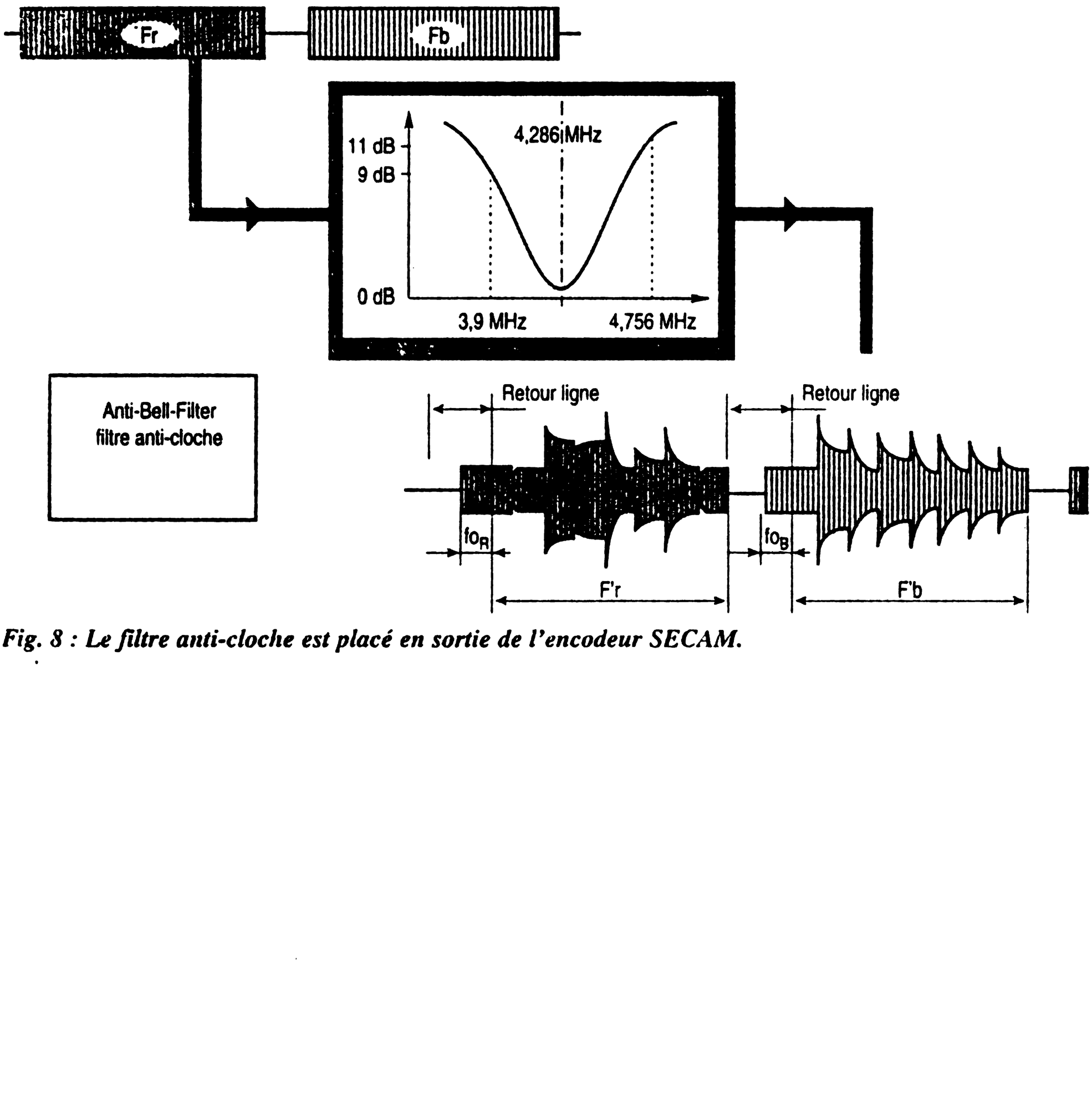


Fig. 8 : Le filtre anti-cloche est placé en sortie de l'encodeur SECAM.

Organisation fonctionnelle de l'encodeur SECAM

Ce schéma résume les fonctions essentielles nécessaires au fonctionnement d'une caméra SECAM.

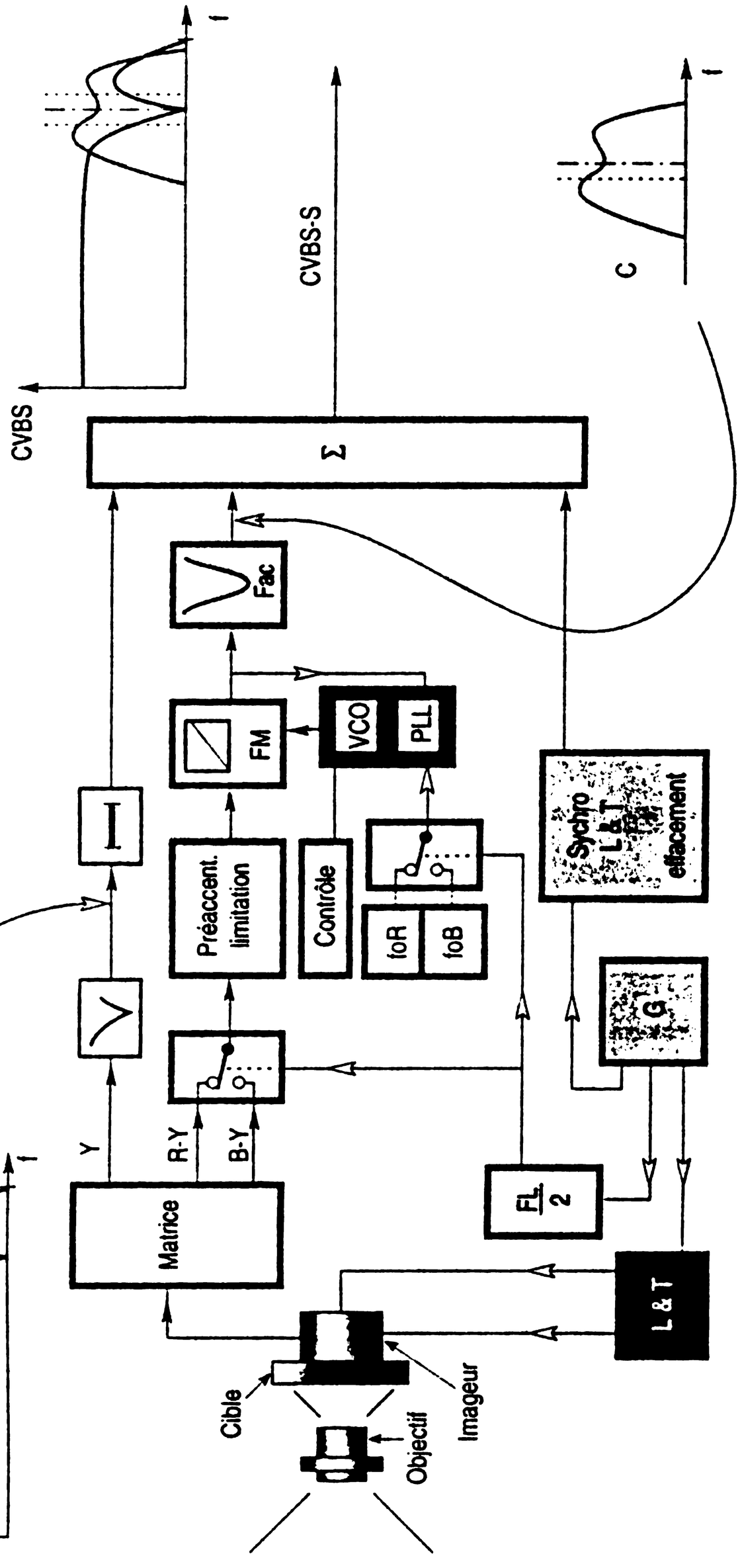


Fig. 9 : Encodeur SECAM et fonctions associées constituant les éléments d'une caméra.

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

Décodage SECAM

Extraction de la composante couleur C (chrominance, CHROMA)

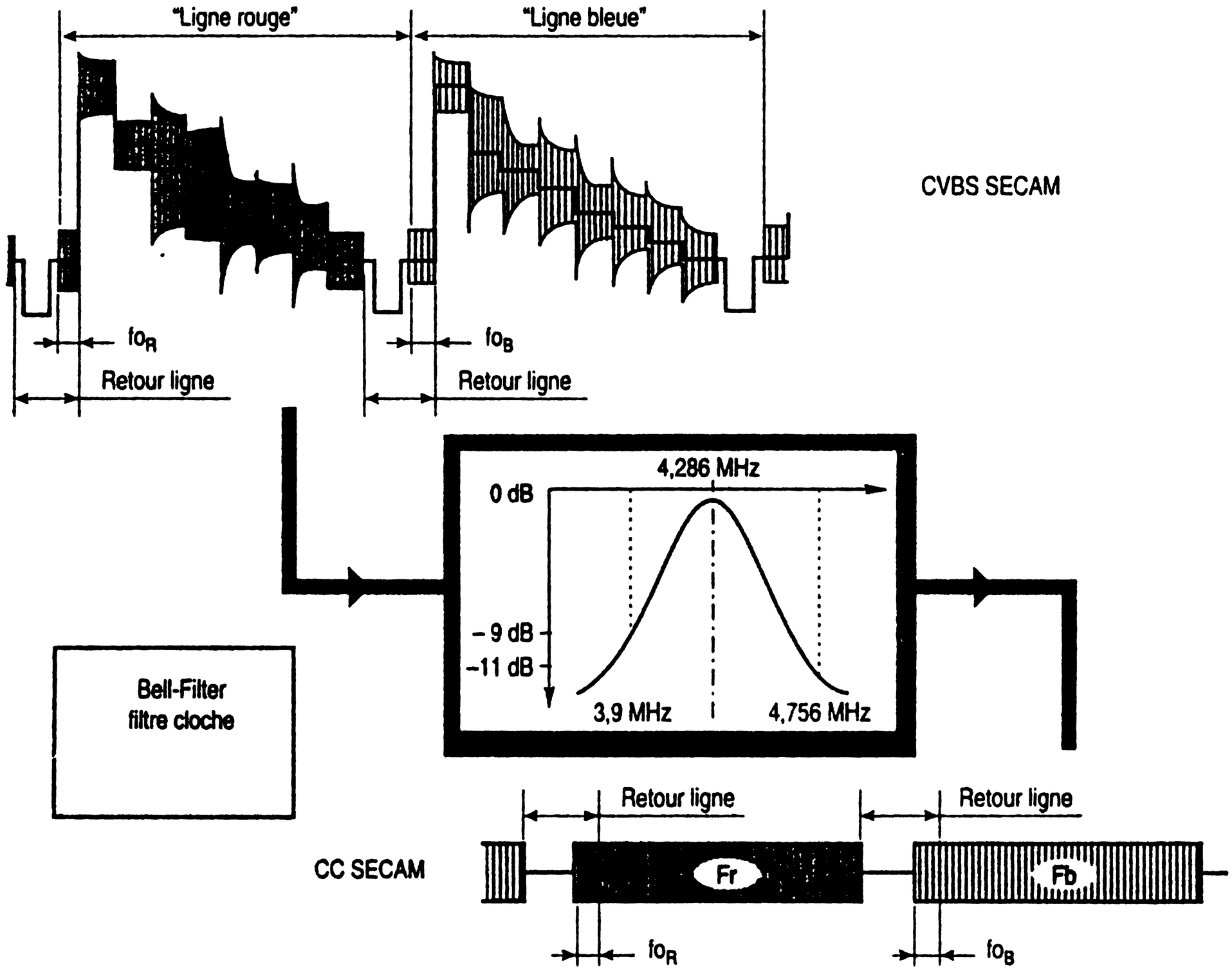


Fig. 10 : Action de filtre cloche en entrée du décodeur SECAM.

Avant tout, il est nécessaire d'extraire la composante chrominance SECAM (CC SECAM) du signal vidéo composite (CVBS ou FBAS). Cette fonction est réalisée par le circuit *cloche* (fig. 10), fonction réciproque de l'anti-cloche de l'encodeur (monté dans la caméra ou dans le générateur de signaux vidéo composites codé SECAM).

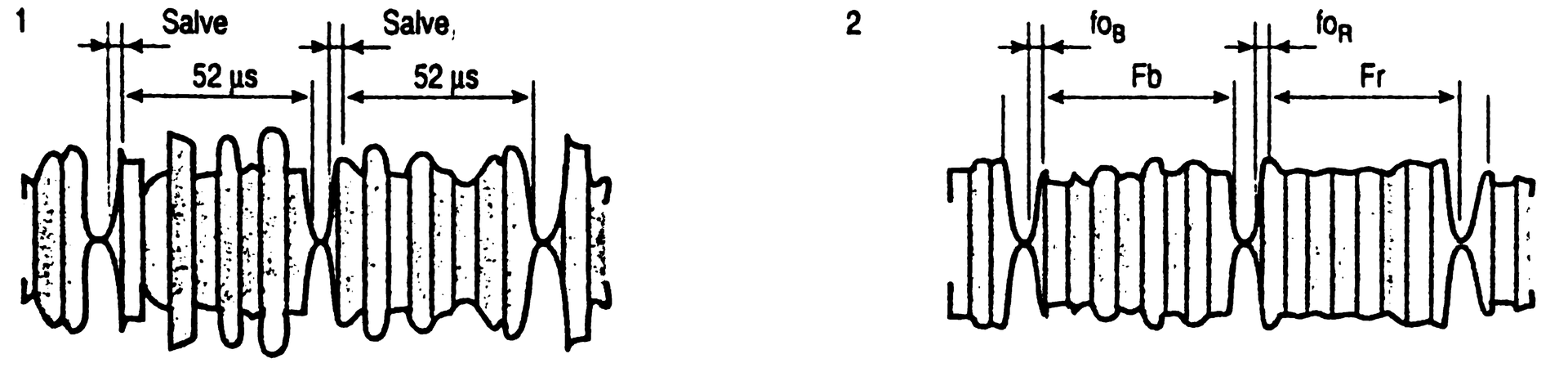


Fig. 11 : Oscillogrammes de la composante chrominance SECAM correspondant à la mire de barres.

Une mesure du signal de chrominance SECAM en sortie du circuit *cloche* nous informe de la qualité du réglage de la fréquence d'accord (la source est une mire de barres) :
• quand le circuit cloche n'est pas accordé sur l'anti-cloche de l'encodeur (fig. 11.1), une modulation résiduelle importante est observée,
• cette erreur de réglage du circuit cloche se traduit par une erreur de couleur,
• quand le circuit cloche placé en entrée du décodeur SECAM est correctement centré sur 4,286 MHz, la modulation résiduelle est réduite (fig. 11.2) et l'amplitude de la composante couleur est pratiquement constante.

Reconstitution des voies bleue et rouge

La transmission des informations de couleurs se faisant séquentiellement, il faut mémoriser l'information dans le décodeur de façon à disposer de toutes les données nécessaires au *dématriçage* pour retrouver les composantes RVB.
Cette mémorisation est réalisée à partir d'une *ligne à retard* de 64 µs, correspondant à la durée d'une ligne (fig. 12).

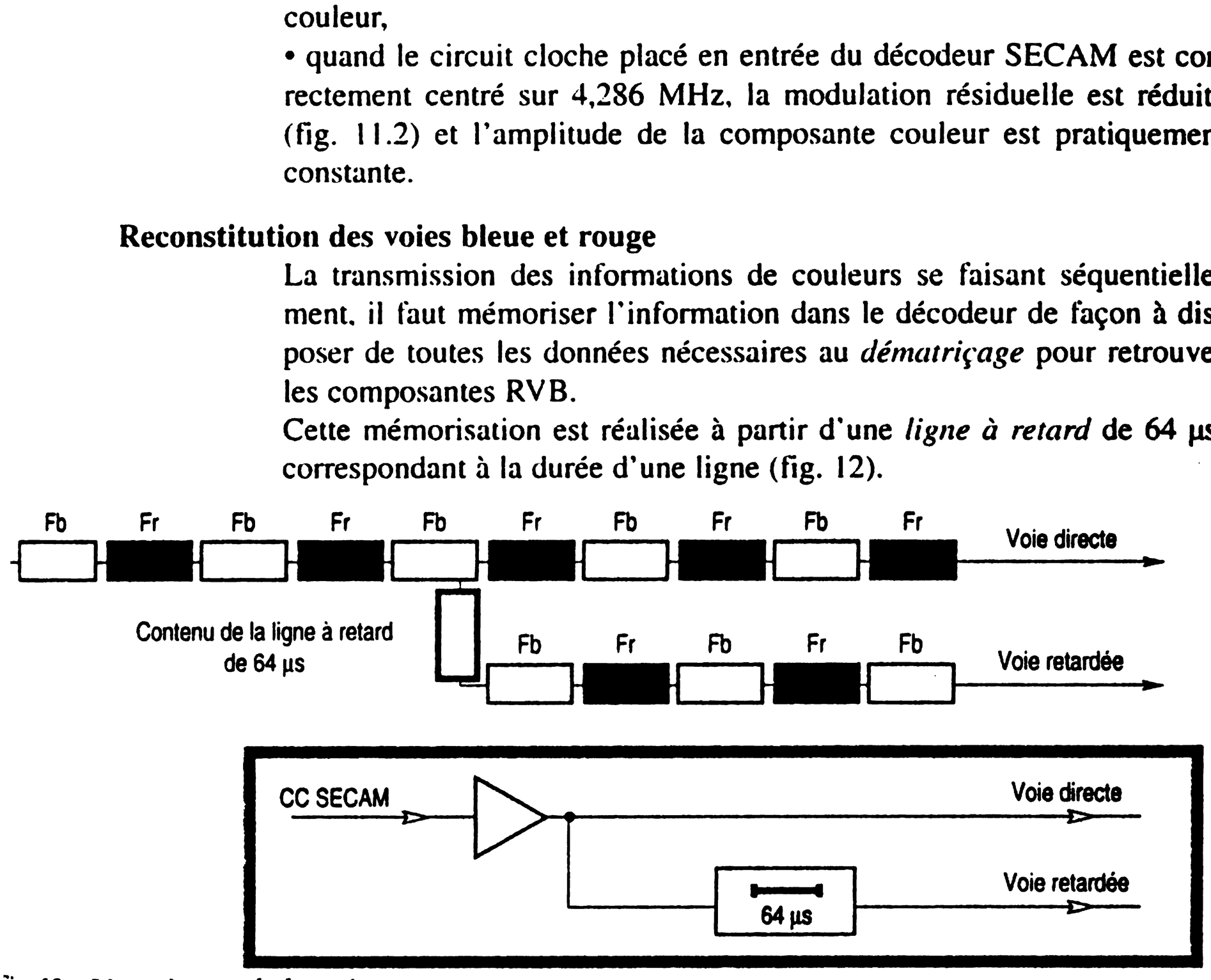


Fig. 12 : Ligne à retard chrominance.

Fr = D'r préaccentué modulant fo_R en fréquence après transmission.
Fb = D'b préaccentué modulant fo_B en fréquence après transmission.

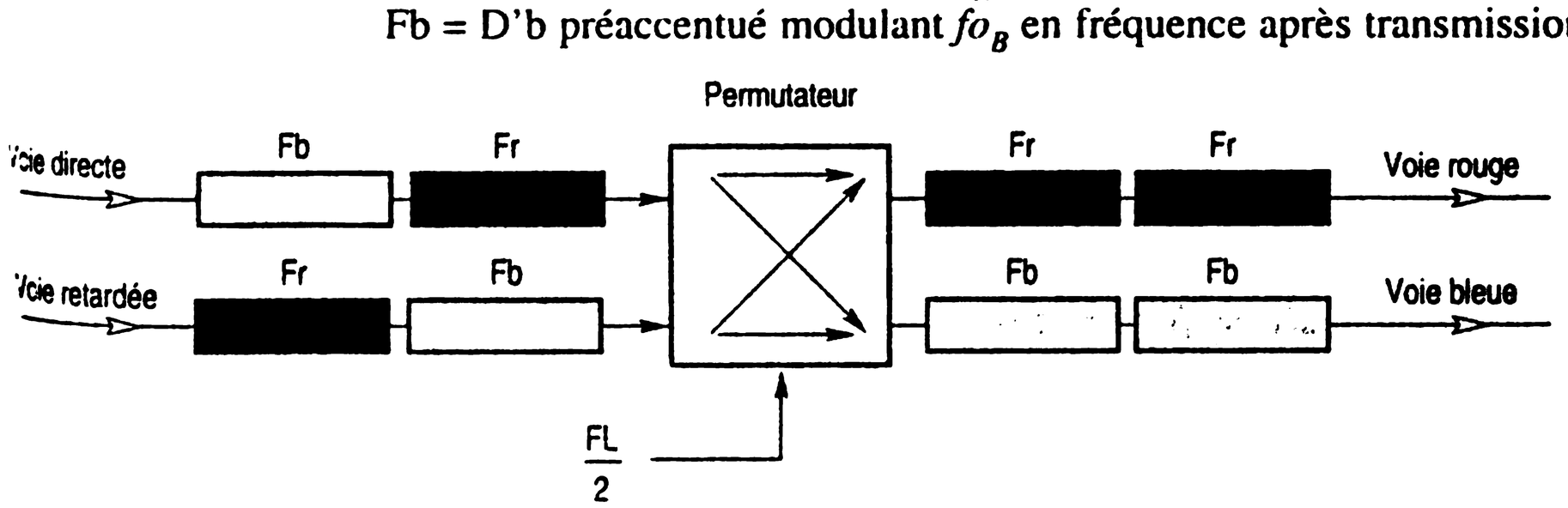


Fig. 13 : Permutateur dans le décodeur SECAM.

La figure 13 montre que les informations de chrominance Fr et Fb alternent sur les deux voies. Il est donc nécessaire d'utiliser un dispositif d'aiguillage appelé *permutateur (fig. 13)* dont le rôle est d'affecter à chaque voie une seule information de chrominance.

Organisation fonctionnelle d'un décodeur SECAM

Les fonctions réciproques de l'encodeur sont enchaînées dans le décodeur (fig. 14) et en particulier :

• le circuit cloche, centré sur 4.286 MHz, sépare les signaux de chrominance et supprime la variation d'amplitude créée par l'anti-cloche,

• les discriminateurs (démodulateurs FM) sont réglés pour chaque sous-porteuse fo_B et fo_R (réglage de zéro discriminateur),

• les circuits de désaccentuation sont en sortie des démodulateurs FM afin de restituer les signaux de différence de couleur R-Y et B-Y.

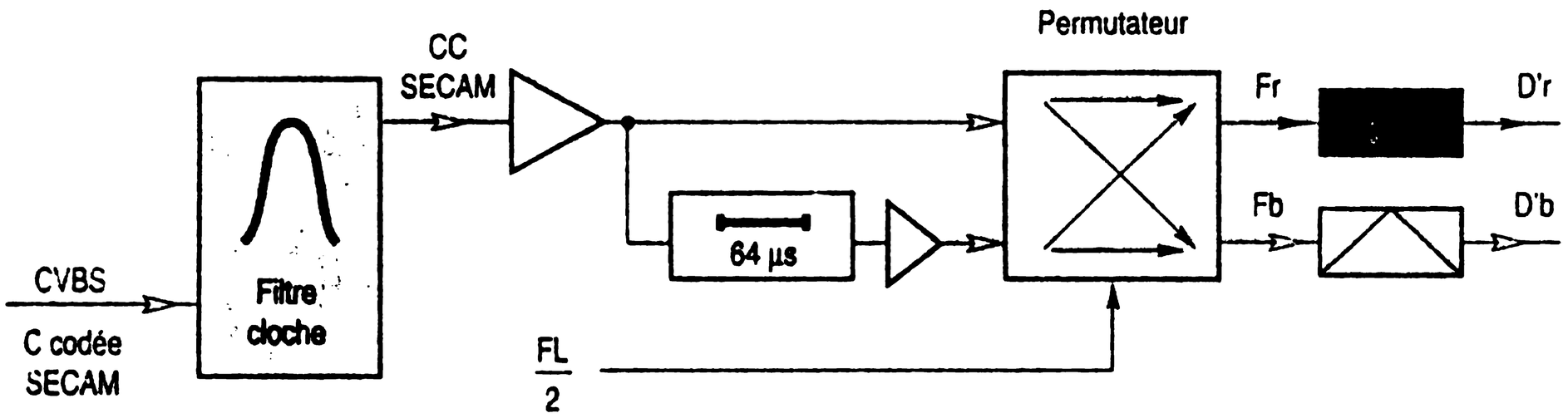


Fig. 14 : Fonctions de traitement des signaux de chrominance SECAM.

Un groupe de fonctions est nécessaire :

• à la reconnaissance du standard de codage couleur : PAL, SECAM ou NTSC, etc.,

• à la reconnaissance des contenus des couleurs des lignes qui arrivent aux entrées du permutateur, de façon à pouvoir réaliser une *mise à l'heure* et diriger correctement les signaux Fr et Fb sur la voie qui leur est affectée,

• pour autoriser le fonctionnement de tous les circuits de traitement chrominance quand la qualité du signal de chrominance est supérieure à un seuil prédéterminé.

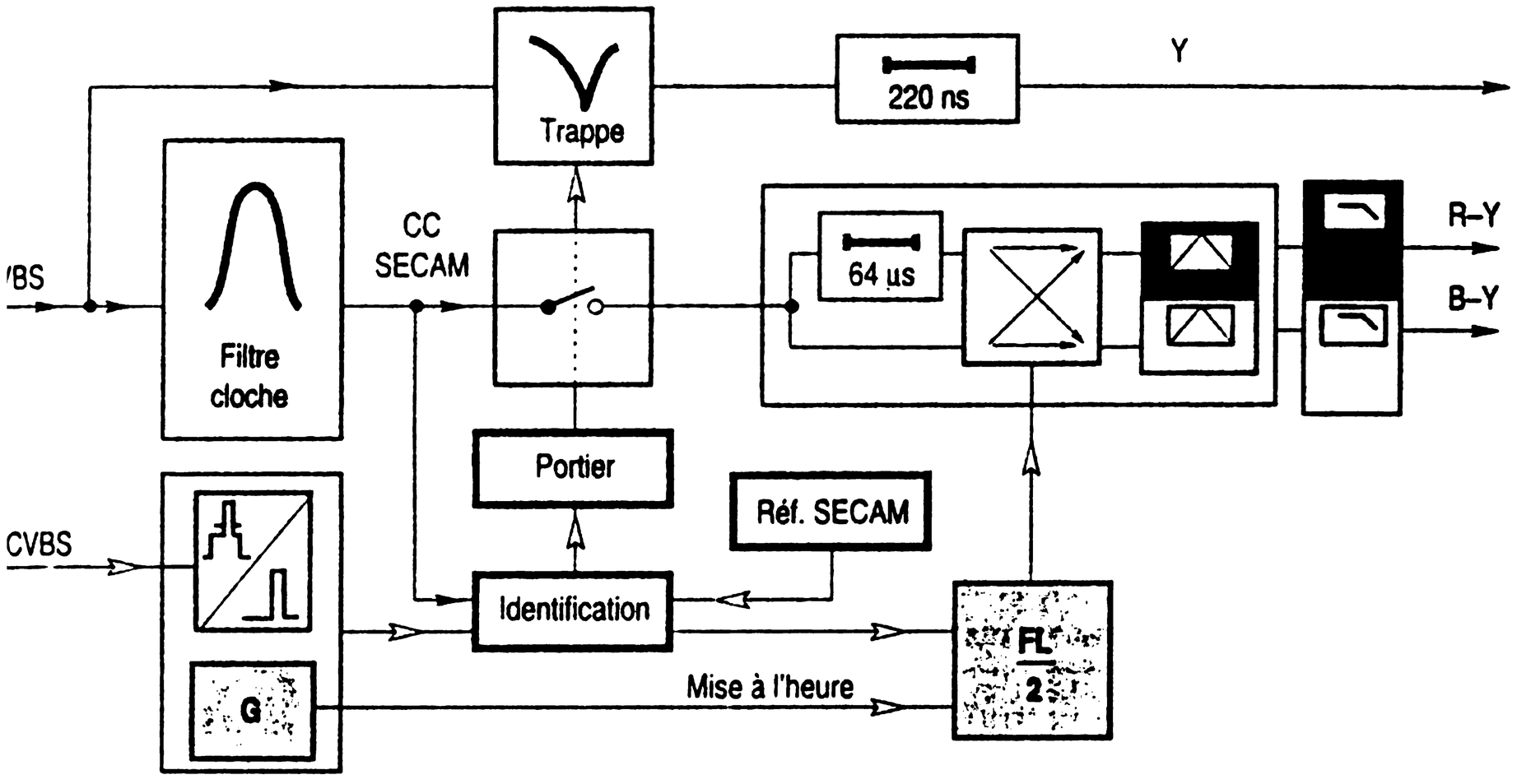
Il s'agit de *l'identification* couleur et du *portier*.

Un signal de service couleur ou *salve* d'identification est nécessaire :

• il est situé sur le pallier arrière du retour ligne,

• il est à la fréquence fo_R lorsque le contenu chrominance de la ligne suivante est Fr,

• il est à la fréquence fo_B lorsque le contenu chrominance de la ligne suivante est Fb.

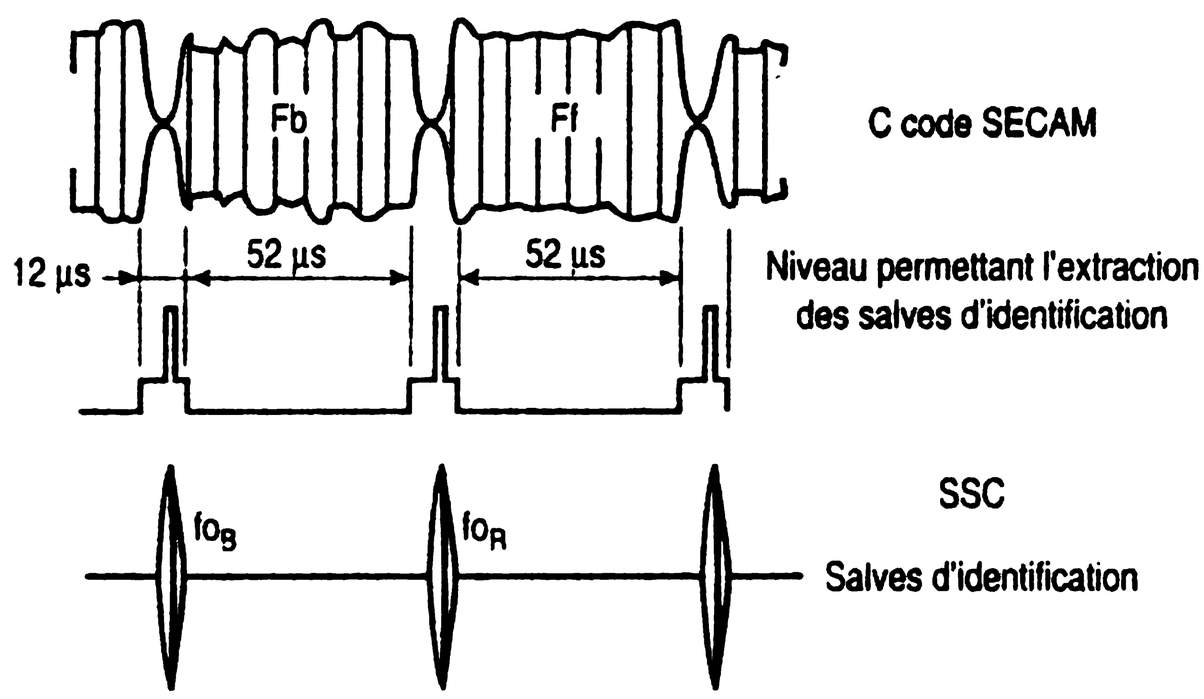


15 : Décodeur SECAM.

Identification couleur

Le principe de fonctionnement est le suivant : il faut extraire puis traiter la *salve* d'identification couleur.

L'extraction est faite :
- en prélevant le *top* de synchronisation ligne régénéré et retardé (*burst key*) à partir de l'information *sandcastle* SSC,
- en utilisant une porte analogique pour extraire les salves fo_B ou fo_R.



16 : Position relative du Sandcastle SSC et des salves d'identification dans la composante chromice SECAM.

L'identification est faite en :
- appliquant les salves à un circuit accordé (généralement sur fo_B),
- mesurant la tension en sortie du circuit.

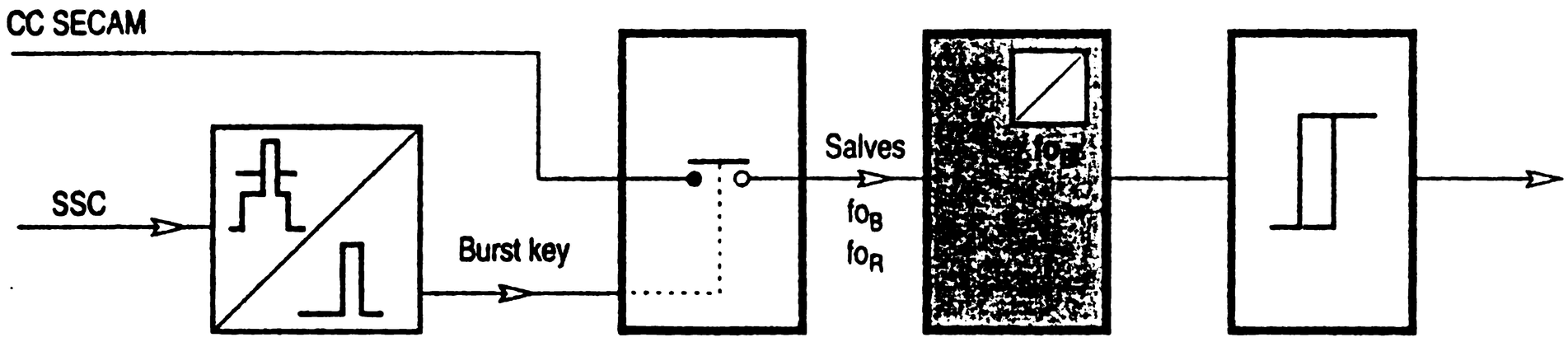


Fig. 17 : Organisation des circuits d'extraction et d'identification couleur SECAM.

REMARQUE L'évolution technologique et le fait que les récepteurs soient bi-standard PAL-SECAM ont modifié partiellement le décodage SECAM.
Les techniques d'échantillonnage, la numérisation du signal et la haute intégration des composants permettent d'intégrer les lignes à retard.

PRINCIPE DU CODAGE/DÉCODAGE NTSC ET PAL

Système NTSC

Le signal de luminance Y est obtenu avec une fréquence maximale de 5 MHz, ce qui représente la borne supérieure de la bande autorisée en norme G.

Pour mémoire : $Y = 0{,}3R + 0{,}59V + 0{,}11B$

Au signal de luminance sont additionnés les signaux de service (synchronisations ligne et trame, effacement).
Information de chrominance : signaux de différence de couleur :
• R-Y : signal de différence rouge,
• B-Y : signal de différence bleu.

Dans les systèmes NTSC (en Europe) et PAL, les signaux de différence de couleur sont transmis simultanément à partir d'une sous-porteuse de fréquence 4,43 MHz :
La sous-porteuse chrominance a une fréquence égale à un multiple impair de la 1/2 fréquence ligne soit :

$$\text{fréquence } SP_{Europe} = \frac{2k+1}{2} FL$$

REMARQUE En Europe, chaque image compte 625 lignes (fréquence trame = 50 Hz). La fréquence de la sous-porteuse chrominance est de 4,43 MHz.
Aux USA, au Japon, chaque image compte 525 lignes (fréquence trame = 60 Hz). La fréquence de la sous-porteuse chrominance NTSC est 3,58 MHz.

Les raies spectrales chrominance C s'intercalent à mi-chemin des harmoniques issues de la fréquence ligne du signal Y.

Il n'est plus nécessaire de faire passer Y par une *trappe*. Mais il devient impératif de supprimer la sous-porteuse chrominance pour assurer la compatibilité avec les récepteurs monochrome, ce qui implique que le décodeur doit être équipé d'un régénérateur de sous-porteuse asservi en phase.

REMARQUE Les défauts de linéarité des circuits créent des interférences entre la sous-porteuse chrominance et le signal de luminance Y. Afin de limiter la visibilité de la chrominance sur l'image d'un téléviseur monochrome, dans les caméras professionnelles, la fréquence de la sous-porteuse chrominance PAL est déterminée par la relation suivante :

$$\text{fréquence } SP_{PAL} = \frac{2k'+1}{4} FL + 25 \text{ Hz}$$

(283,75 × 15 625 Hz) + 25 Hz, soit environ 4,43 MHz.

Modulation de la sous-porteuse chrominance

Le procédé suivant est utilisé :
On applique le signal sous-porteuse (SP = 4,43 MHz) à un réseau déphaseur de façon à produire deux signaux en quadrature (déphasés de 90°).

Pour plus de clarté, on appelle (fig. 18) :
• *U* la sous porteuse à l'origine.... → horizontale,
• *V* la sous porteuse déphasée de + 90°... → verticale.

On réalise une modulation DSB (AM à double bande latérale sans porteuse ou *Double Side Band*) pour satisfaire à la première condition de compatibilité :
• le signal (B-Y) module la sous-porteuse *U*,
• le signal (R-Y) module la sous-porteuse *V*.

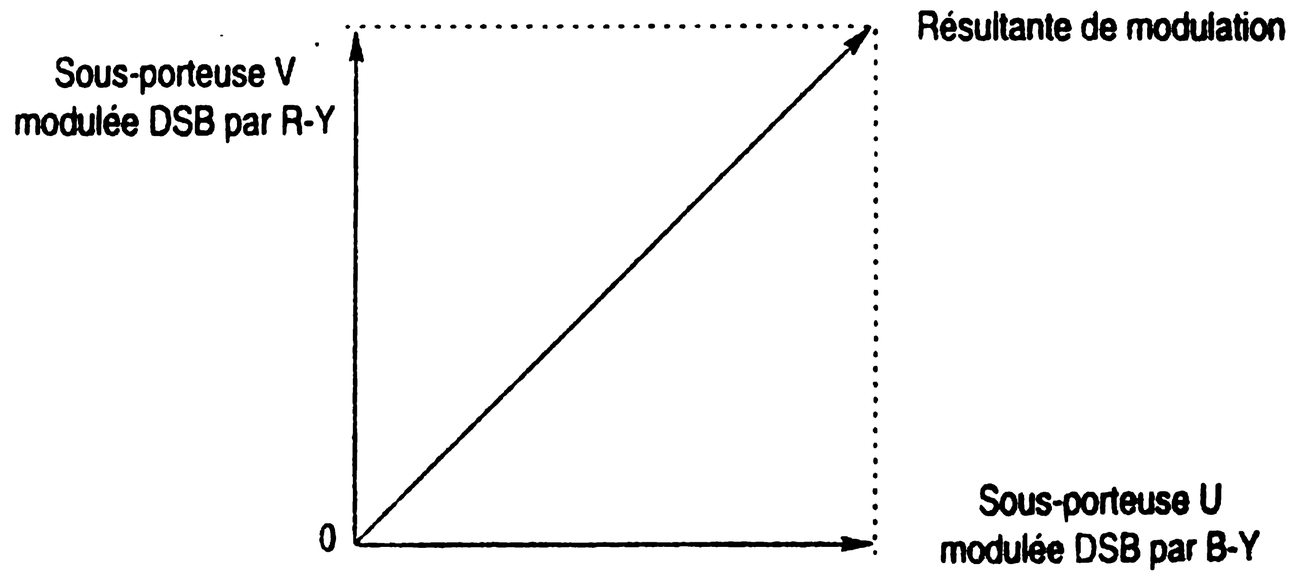


Fig. 18 : Phase relative des sous-porteuses U et V dans l'encodeur NTSC.

Rappelons la définition de la modulation d'amplitude :

$$u_{mod} = (\hat{u} + ku')\sin\Omega t \qquad u' \text{ étant le modulant}$$

En modulation DSB, la porteuse est supprimée. L'équation devient :

$$u_{mod} = ku' + \sin\Omega t \qquad u' \text{ étant le modulant}$$

En appliquant ce résultat à notre problème :

$$u_{mod} = k(B-Y)\sin\Omega t \quad ; \quad v_{mod} = k(R-Y)\sin\left(\Omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

Le vecteur résultant somme de u_{mod} et v_{mod} est caractéristique à chaque instant :

- en module : de la saturation des couleurs transmises,
- en phase : de la teinte des couleurs transmises.

La figure 19 donne la position relative des vecteurs représentant chaque couleur de la mire normalisée de barres.
Cette figure peut être obtenue en utilisant le *vecteurscope*.

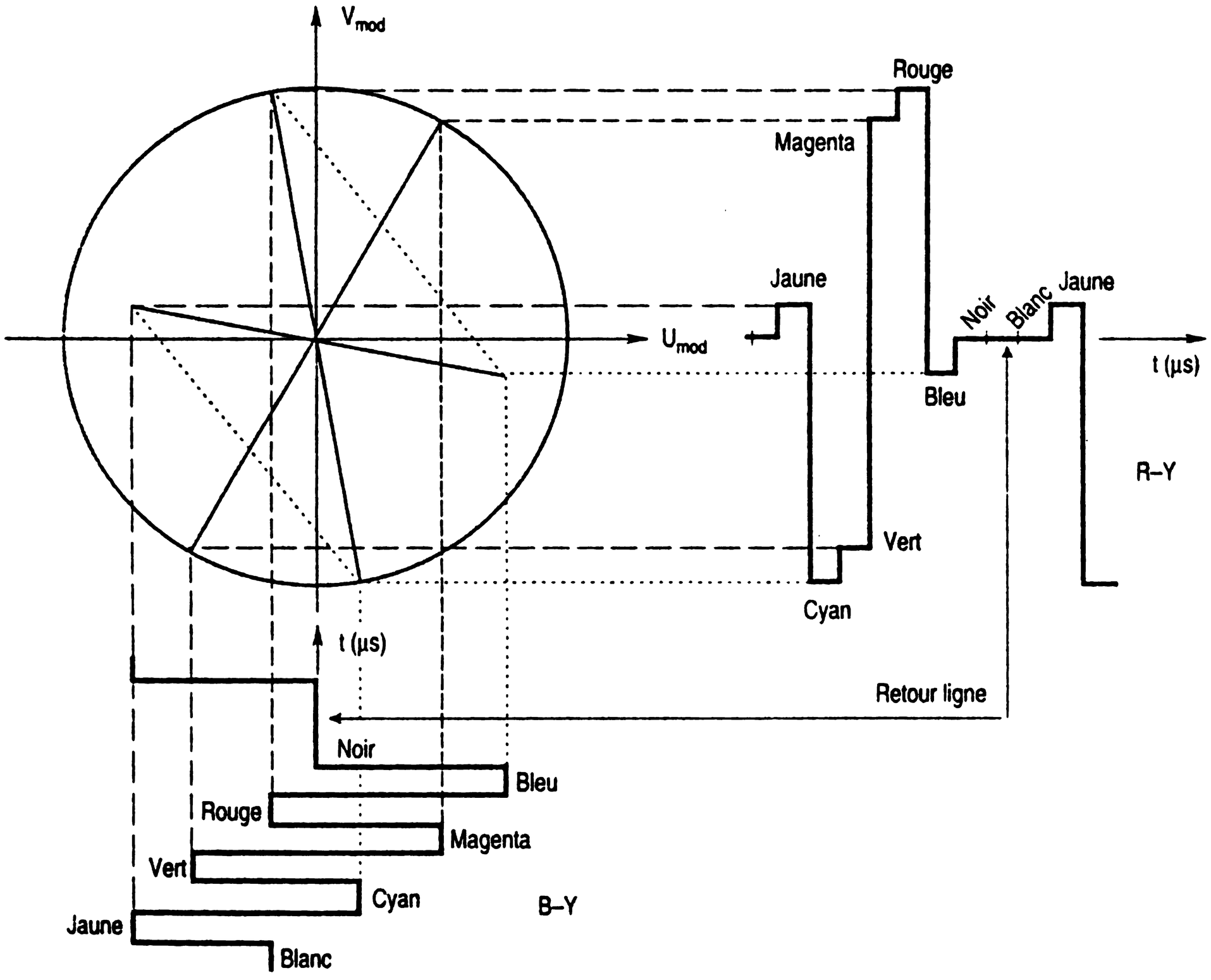


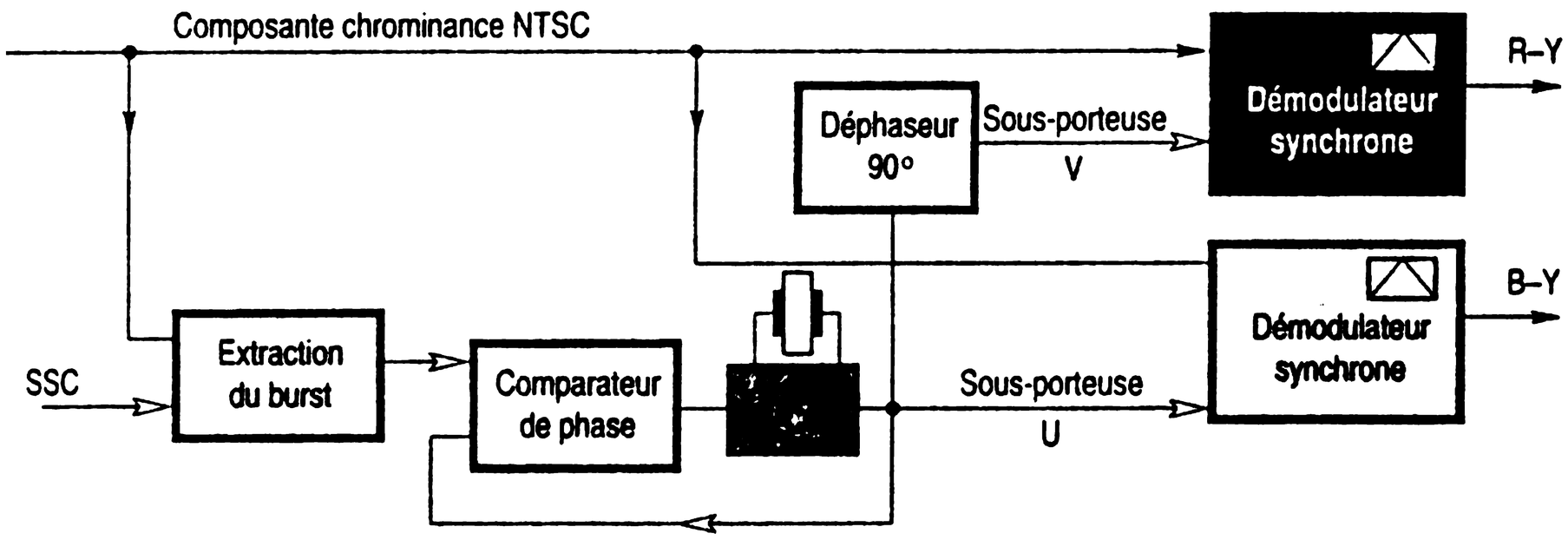
Fig. 19 : Position des résultantes de modulation représentant chaque couleur de la mire.

Démodulation de la sous-porteuse chrominance SPmod

Il est nécessaire de régénérer une sous-porteuse à 4.43 MHz parfaitement en phase avec la sous-porteuse du codeur.

Cette sous-porteuse sera régénérée par une boucle (de type PLL) dont le signal de référence sera un *burst* fourni par l'encodeur (fig. 20). Le *burst* est comparable à la salve du système SECAM.

La démodulation est réalisée par deux démodulateurs cohérents ou démodulateurs synchrones.



20 : Décodeur NTSC.

Calculer à présent les produits de démodulation. Pour simplifier, on considère une amplitude de 1 pour la sous-porteuse régénérée.

$$u = \left[k(B-Y)\sin \Omega t + k(R-Y)\sin\left(\Omega t + \frac{\pi}{2}\right)\right]\sin \Omega t$$

$$v = \left[k(B-Y)\sin \Omega t + k(R-Y)\sin\left(\Omega t + \frac{\pi}{2}\right)\right]\sin\left(\Omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

Il reste à calculer les équations représentant les produits de démodulation cohérente :

$$u = [k(B-Y)\sin \Omega t \sin \Omega t] + \left[k(R-Y)\sin\left(\Omega t + \frac{\pi}{2}\right)\sin \Omega t\right]$$

Pour mémoire :

$$u = \frac{k}{2}(B-Y)[\cos 0 - \cos 2\Omega t] + \frac{k}{2}(R-Y)\left[\cos\frac{\pi}{2} - \cos 2\left(\Omega t + \frac{\pi}{2}\right)\right]$$

avec $\cos 0 = 1$ et $\cos\frac{\pi}{2} = 0$

$$u = \frac{k}{2}(B-Y)[1 - \cos 2\Omega t] - \frac{k}{2}(R-Y)\cos\left(2\Omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

On rappelle le spectre des sous-porteuses modulées DSB (fig. 21).

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

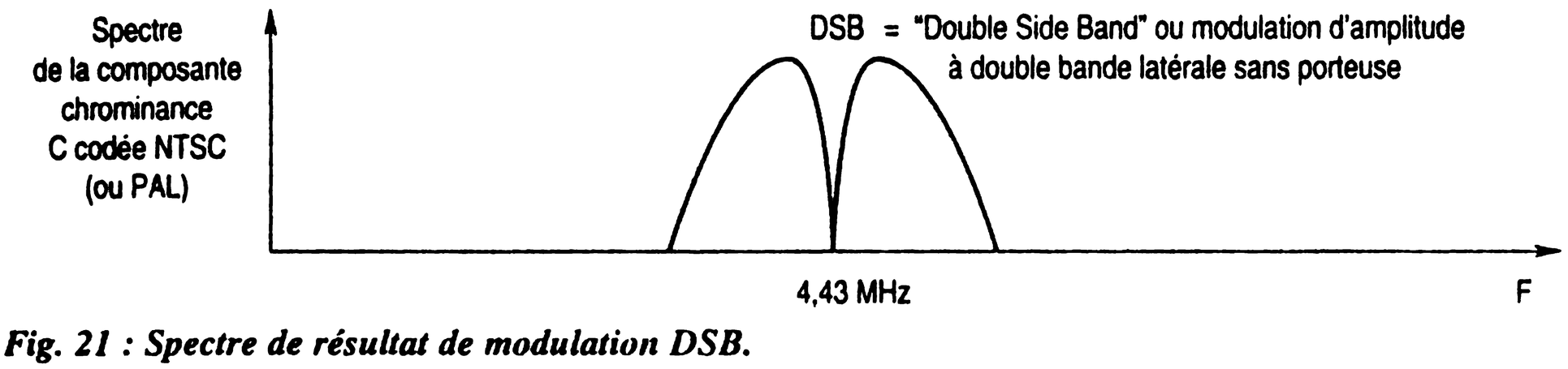


Fig. 21 : Spectre de résultat de modulation DSB.

Le spectre associé à la tension produite par le démodulateur cohérent (ou démodulateur synchrone) est donné par la représentation suivante (fig. 22) :

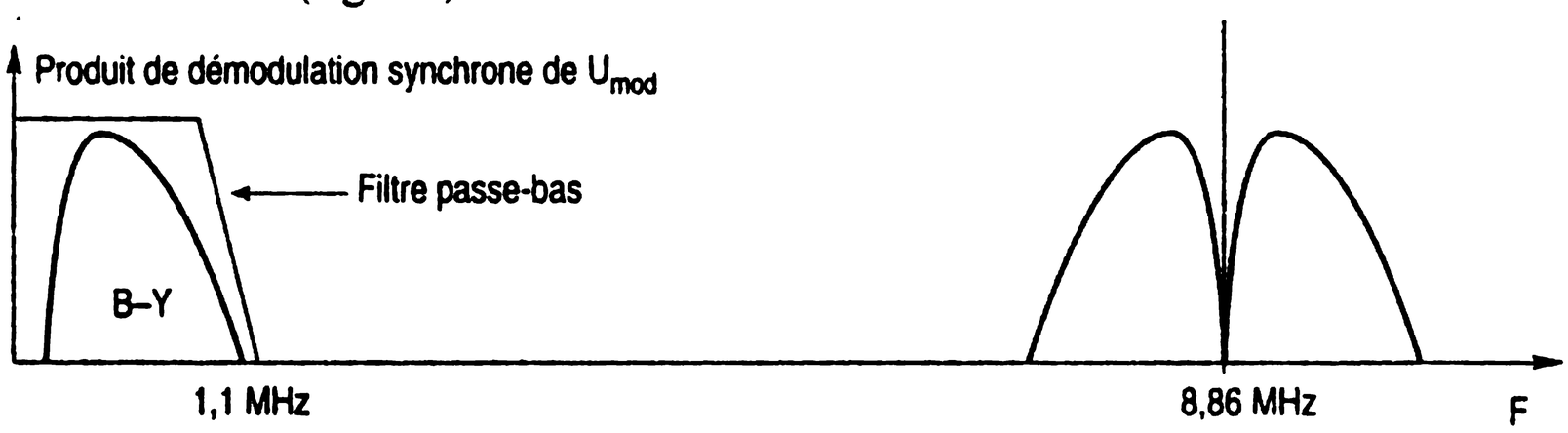


Fig. 22 : Représentation spectrale de la tension issue du démodulateur U.

Il suffit de placer un filtre passe-bas (LPF – *Low Pass Filter*) en sortie du démodulateur cohérent pour obtenir la composante B-Y.
Nous venons de montrer comment est obtenu le modulant B-Y. Il est facile de calculer l'équation représentant le produit de démodulation cohérente ou synchrone issue de l'autre démodulateur.

$$v = \left[k(B-Y)\sin \Omega t + k(R-Y)\sin\left(\Omega t + \frac{\pi}{2} \right) \right] \sin\left(\Omega t + \frac{\pi}{2} \right)$$

Le développement de l'équation nous permet d'écrire :

$$v = \frac{k}{2}(B-Y)\left[\cos\frac{\pi}{2} - \cos\left(2\Omega t + \frac{\pi}{2} \right) \right] + \frac{k}{2}(R-Y)\left[\cos 0 - \cos 2\Omega t + \frac{\pi}{2} \right]$$

soit, après simplification :

$$v = -\frac{k}{2}(B-Y)\cos\left(2\Omega t + \frac{\pi}{2} \right) + \frac{k}{2}(R-Y)\left[1 - \cos\left(2\Omega t + \frac{\pi}{2} \right) \right]$$

Le spectre associé à la tension produite par le démodulateur cohérent est donné par la représentation suivante (fig. 23).
Il suffit de placer un filtre passe-bas (LPF) en sortie du démodulateur cohérent pour obtenir la composante R-Y.

REMARQUE IMPORTANTE Si une erreur de phase e se produit au niveau de la régénération de la sous-porteuse 4,43 MHz, dans les équations ci-dessus, cos 0 devient cos $e < 1$.
L'amplitude de R-Y ou B-Y restituée par le démodulateur diminue. La qualité des signaux RVB s'en trouvera affectée.

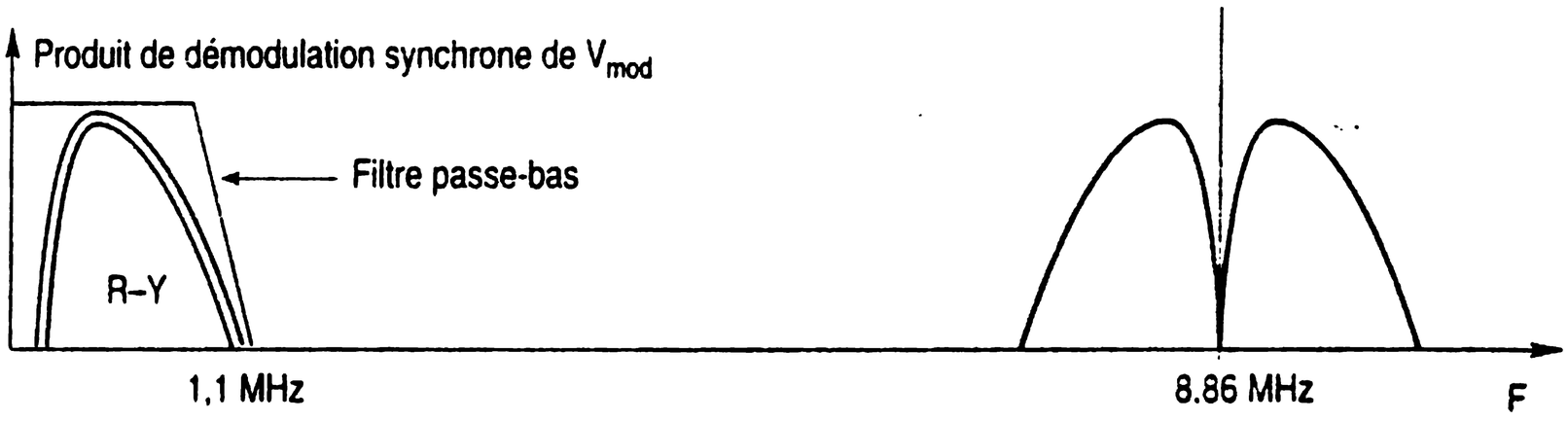


Fig. 23 : Représentation spectrale de la tension issue du démodulateur V.

D'autre part, la même erreur de phase *e* de la sous-porteuse régénérée modifie

$$\cos\frac{\pi}{2} \text{ en } \left(\cos\frac{\pi}{2}+e\right)>0$$

Il en résulte :
- une composante R-Y mélangée à B-Y en sortie du démodulateur bleu,
- une composante B-Y mélangée à R-Y en sortie du démodulateur rouge.

Le mélange des composantes R-Y et B-Y donne la diaphotie !

Problèmes liés à la transmission NTSC

Outre les problèmes évoqués dans le paragraphe précédent, il faut signaler que toute distorsion de phase produite sur la sous-porteuse chrominance modulée par les signaux R-Y et B-Y se traduit par une rotation du vecteur résultant (fig. 24) et donc par une erreur de teinte !

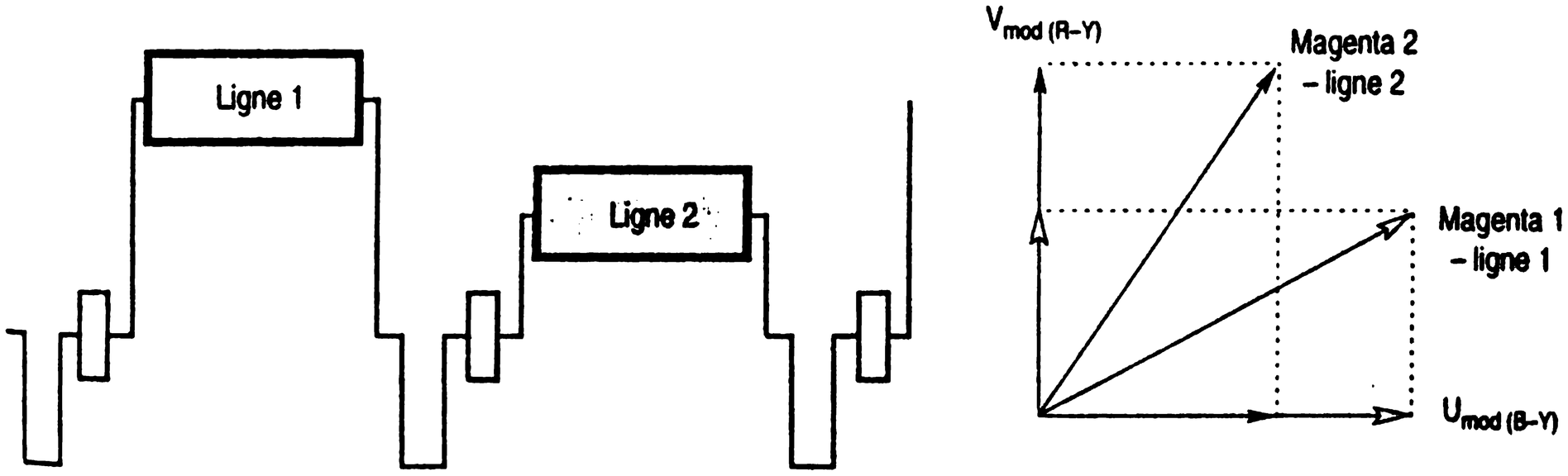


Fig. 24 : Mise en évidence de l'erreur de phase se produisant sur deux lignes successives, la couleur magenta étant prise pour l'exemple.

Cette erreur pouvant être aléatoire ou variable en fonction du niveau de luminance Y, il est particulièrement difficile de la contrôler ou de la corriger.
La seule correction que l'utilisateur peut être amené à faire est une correction moyenne (*hue* – teinte). Le système PAL trouve une solution à ce problème.

Le système PAL

Considérons une trame constituée des lignes 1, 2, 3, etc. La sous-porteuse U est modulée par le signal B-Y (idem en NTSC).
La sous-porteuse V est transposée en –V pour les lignes 2, 4, etc. (une ligne sur deux), et modulée par R-Y.
La sous-porteuse V est dite successivement modulée NTSC puis modulée PAL (dans le but de faciliter la compréhension).
La résultante PAL est positionnée dans le cadran symétrique par rapport à U de la résultante NTSC.

Principe du décodage PAL

La sous-porteuse transposée –V doit être déphasée de 180° de façon à retrouver la forme de codage initiale du NTSC et permettre alors la démodulation synchrone étudiée dans le système NTSC (fig. 25).
Un commutateur PAL assure cette fonction et compense la commutation de phase de l'encodeur.

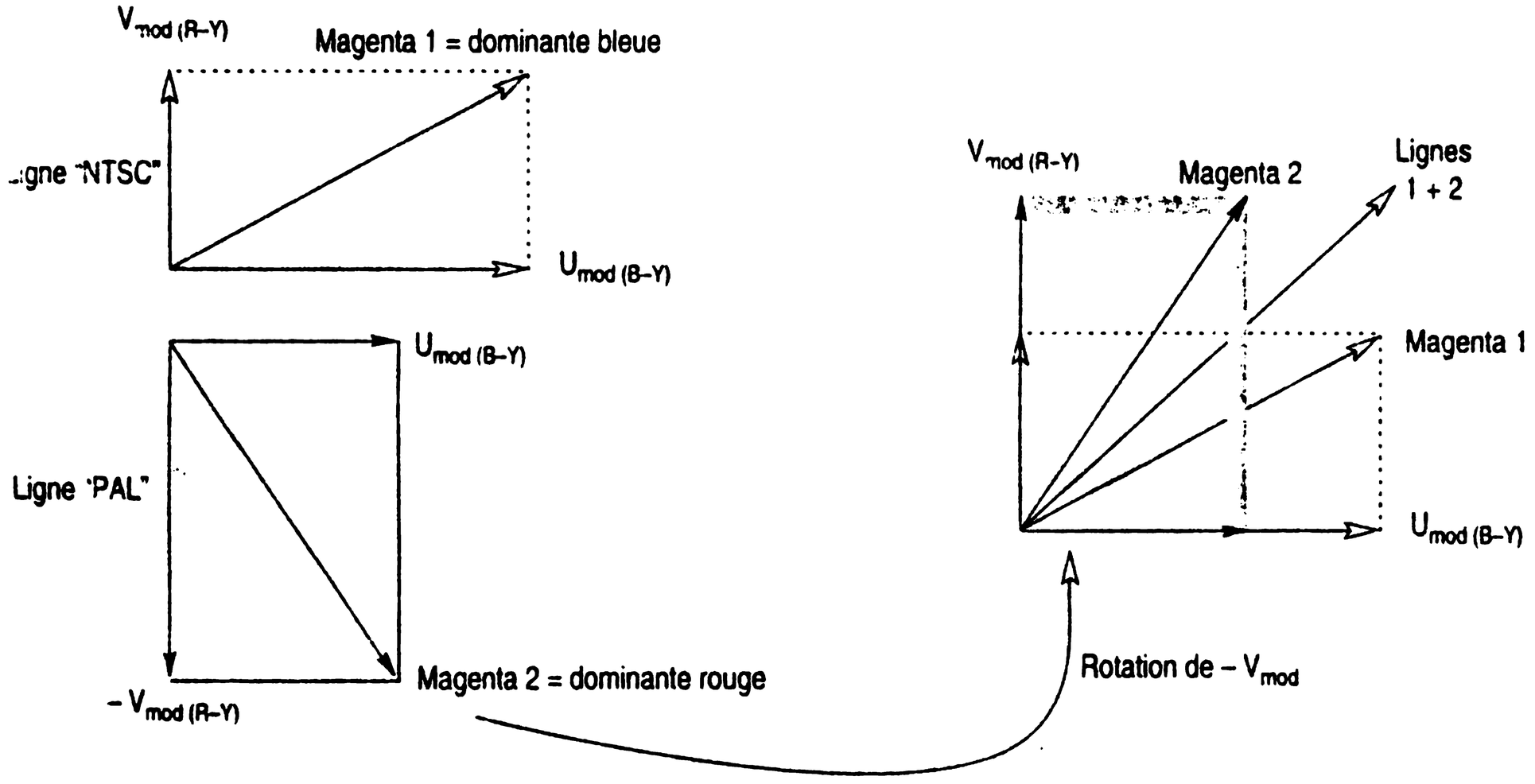


Fig. 25 : Dans l'encodeur PAL, la sous-porteuse V est transposée en – V une ligne sur deux. Le décodeur PAL doit réaliser la fonction réciproque.

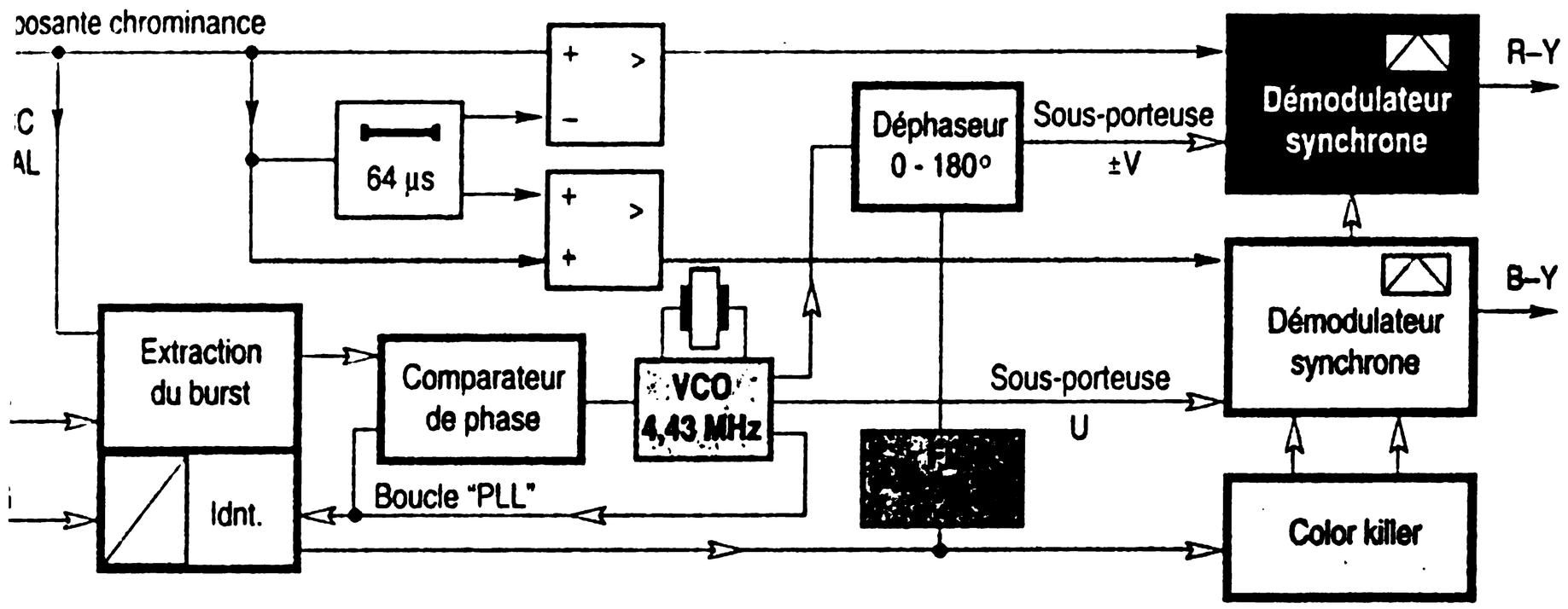
Le fait de démoduler successivement une ligne modulée NTSC puis une ligne modulée PAL et d'appliquer directement le résultat à la recomposition de RVB amènerait un effet de *stores vénitiens* à l'écran, correspondant à une dominante bleue puis une dominante rouge sur un magenta dans l'exemple illustré ci-dessus.

L'analyse de la figure précédente (fig. 25) montre que :
• le vecteur somme de deux lignes successives corrige l'erreur de phase et permet de restituer la teinte (c'est une qualité),

• ce vecteur a une amplitude d'autant plus faible que l'erreur de phase due à la transmission est grande ; on introduit une erreur de saturation de la couleur reproduite (ce qui est acceptable en général).

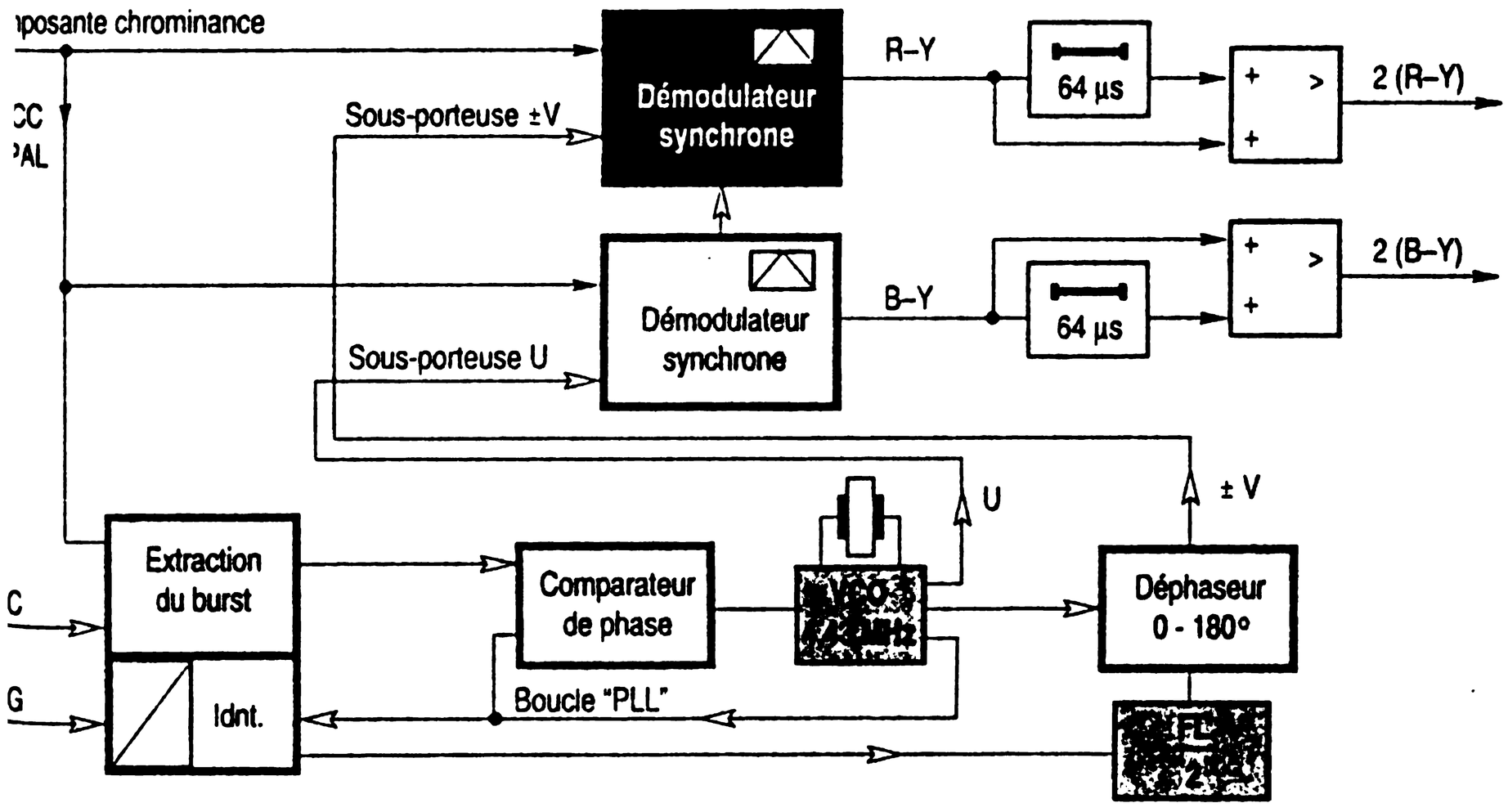
Organisations fonctionnelles du décodeur PAL

Deux solutions peuvent être envisagées. Elles sont partiellement représentées sur les schémas suivants (fig. 26 et 27).



26 : Décodeur PAL (1re solution).

L'utilisation de ligne à retard chrominance de 64 µs réalisée en technologie intégrée (CCD – *Charge Coupled Device* : dispositif à transfert de charge) permet l'évolution décrite par le schéma suivant.



27 : Décodeur PAL (2e solution).

Identification couleur et régénération de SP

Le principe de fonctionnement est le suivant : il faut extraire puis traiter le *burst* couleur.
Comparativement à ce qui est fait en SECAM, le *burst* a deux rôles :
• identifier le standard ; la fréquence du *burst* est comparée à une valeur de référence (4,43 MHz).
• permettre de régénérer la sous-porteuse chrominance de 4,43 MHz, et ce, avec une phase précise et convenable, en coïncidence avec celle de l'encodeur pour permettre la démodulation synchrone (reconnaissance des lignes codée +V et –V).

L'extraction est faite par le *top* de synchronisation ligne retardé (*burst key*) prélevé à partir de l'information *sandcastle* SSC (fig. 28).

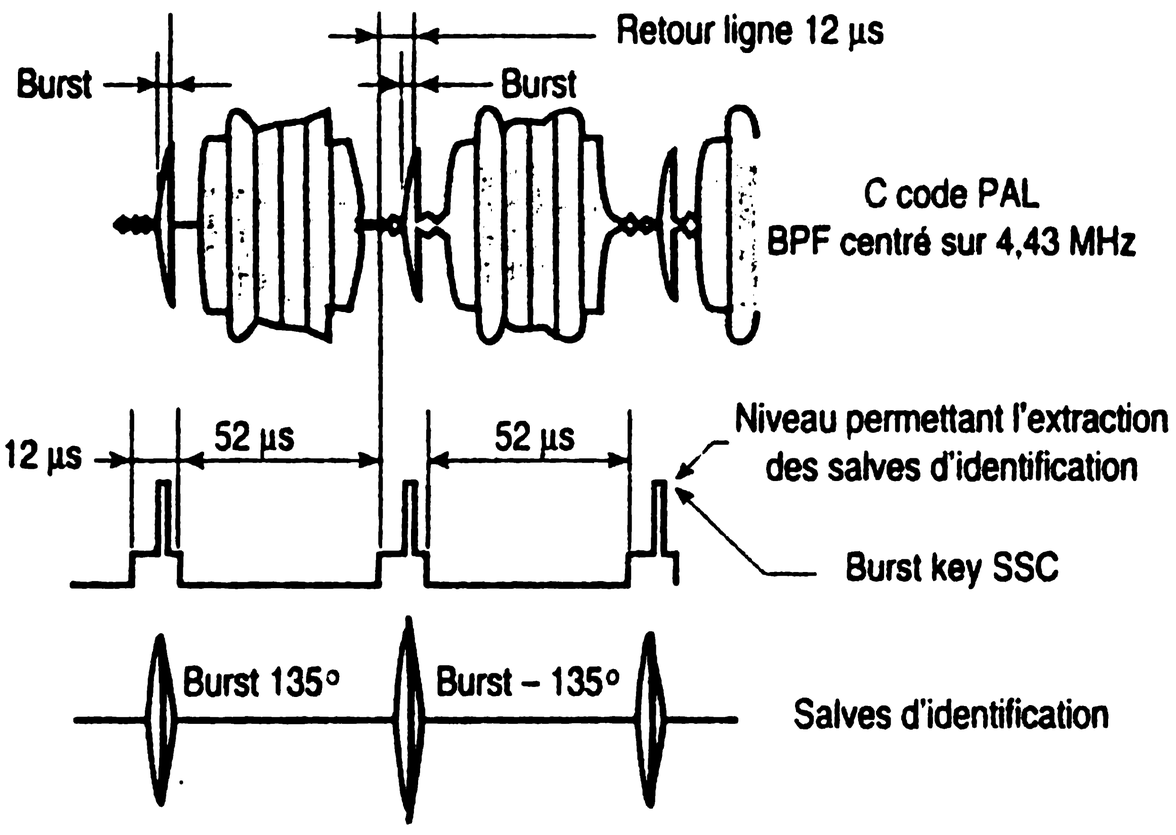


Fig. 28 : Position relative du Sandcastle SSC et du burst dans la composante chrominance PAL.

Le régénérateur de sous-porteuse est réalisé sur la base d'une boucle PLL. La fréquence libre du VCO est déterminée par un quartz 4,43 MHz, nécessaire à l'identification (fig. 29).

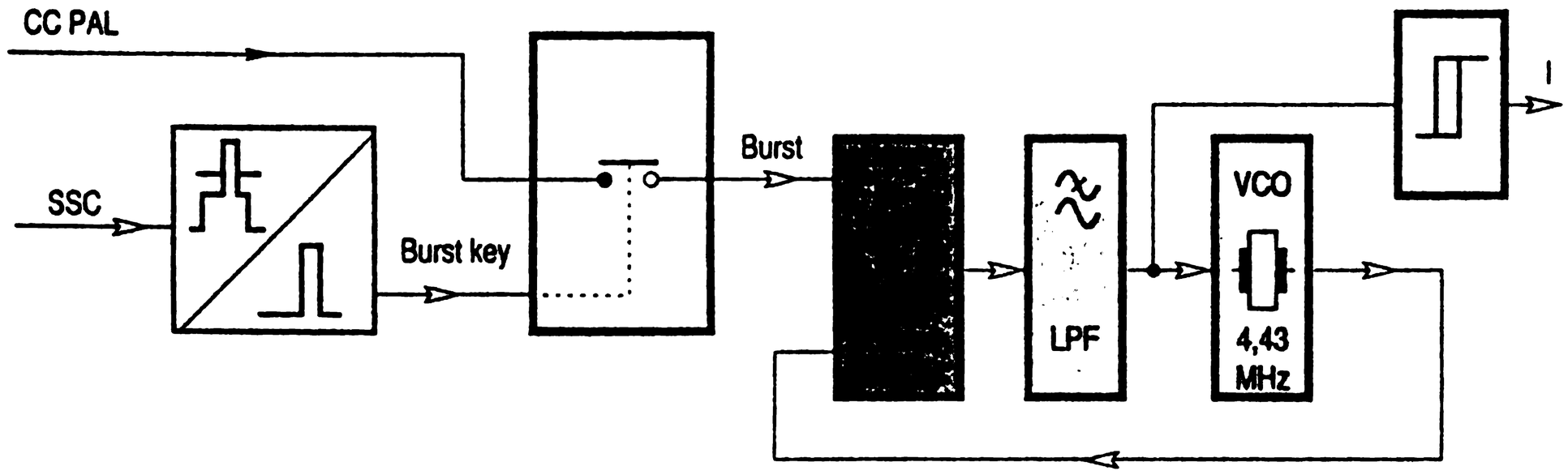


Fig. 29 : Organisation des circuits d'extraction et d'identification couleur PAL.

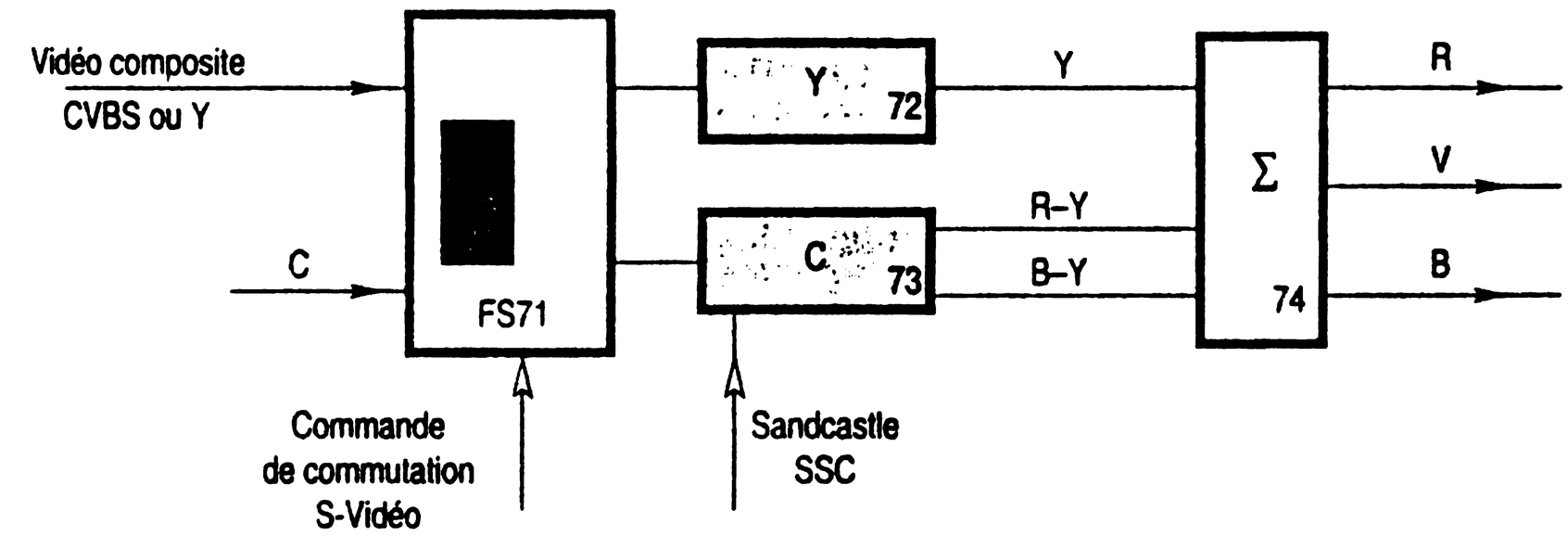
NOTE **Décodage PAL-SECAM**
La majorité des téléviseurs commercialisés actuellement sont équipés de circuits permettant de décoder le signal de chrominance codé PAL, SECAM, et quelques fois NTSC.
L'automatisme du fonctionnement commence par identifier le standard traité. La procédure décrit un cycle. Étant donné que les circuits ont d'abord été développés en PAL, le premier standard recherché est le PAL, vient ensuite le SECAM et éventuellement le NTSC.
L'identification du standard est faite ligne après ligne pendant la phase de recherche. Les circuits de sortie de la voie chrominance sont maintenus à un niveau bas (*color killer*). L'image est alors restituée en noir et blanc.
Un niveau des signaux de service (salve SECAM ou *burst* PAL) trop faible peut conduire à un défaut d'identification ou au blocage de la voie chrominance.

REMARQUE Un circuit de contrôle automatique de gain (CAC – *Color Automatic Control*) est monté en tête du décodeur PAL. Son action est en grande partie déterminée par l'amplitude du *burst*. Un *burst* mal réglé (*burst* issu, par exemple, d'un camescope) peut conduire à :
• des couleurs *délavées* (trop pâles) sur l'écran quand l'amplitude du *burst* est trop grande.
• une erreur dans la reproduction des couleurs ou une image noire et blanc quand l'amplitude du *burst* est trop faible.

SÉPARATION Y/C : TRAITEMENT CHROMINANCE C ET LUMINANCE Y

Dans ce paragraphe, l'objectif est d'analyser les solutions potentielles aux problèmes de séparation et traitement de C et Y.

Reprenons l'organisation des fonctions permettant de :
• séparer Y et C dans le cas d'un signal CVBS ou FBAS,
• commuter au standard S-VIDEO (Y et C séparées),
• décoder C,
• traiter Y.



0 : Fonctions de séparation, traitement Y et C.

Problèmes liés aux codages SECAM et PAL

La télévision actuelle s'oriente vers une amélioration de la qualité de l'image restituée.
Améliorer la qualité d'une image c'est :

- adapter son format :
  format 4/3 ou format 16/9,
  dimensions de l'écran plus importantes,
  augmentation du nombre le lignes (de 625 à 1 250),
- améliorer le contenu :
  meilleur rapport signal sur bruit,
  meilleure séparation des composantes Y, C,

augmentation de la bande transmise.

Pour comprendre les solutions conduisant à une amélioration du contenu de l'image, il est nécessaire de revenir sur quelques points particuliers des codages SECAM et PAL.

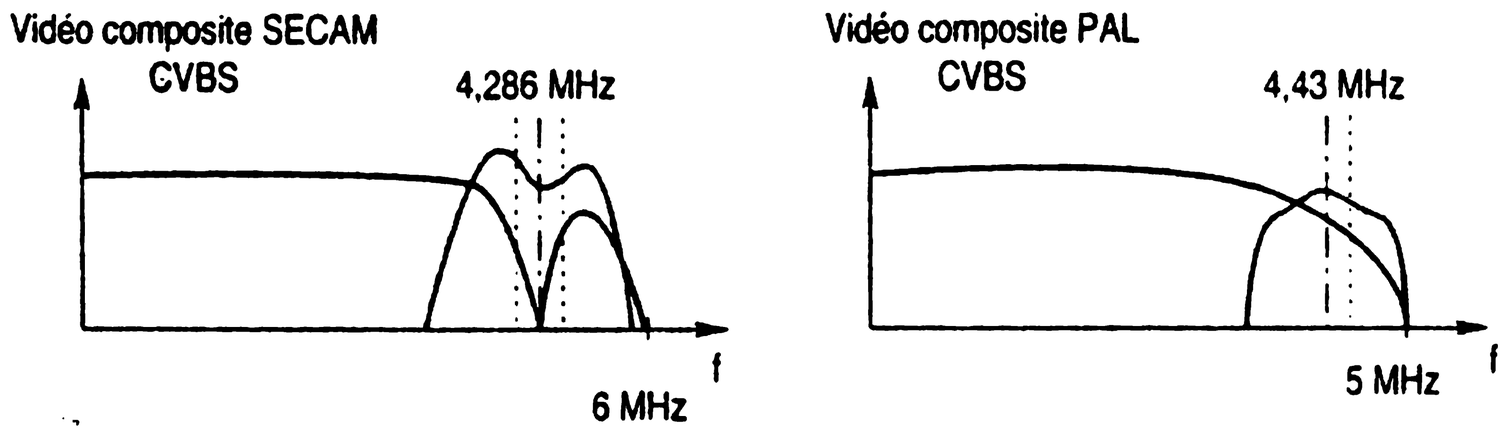
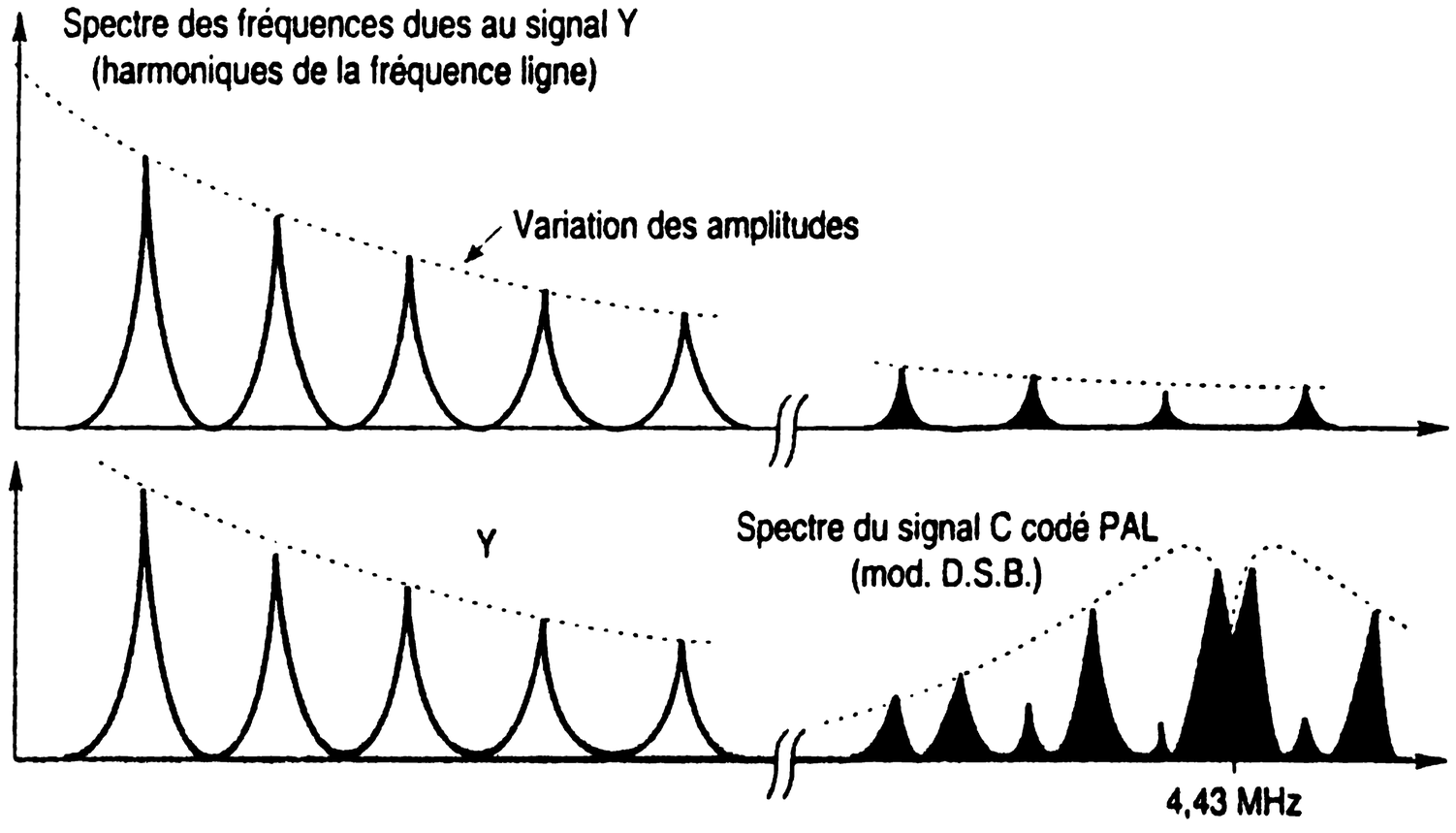


Fig. 31 : Spectre des signaux vidéo L, SECAM et G, PAL.

Le spectre de la composante C codée SECAM est réparti sur des fréquences multiples (harmoniques) des fréquences des sous-porteuses fo_B et fo_R, elles mêmes multiples de la fréquence ligne. De plus, la composante C codée SECAM est essentiellement constituée de sous-porteuses modulées en fréquence (FM). Le spectre des bandes latérales occupe toute la bande réservée à la composante C. Dans l'encodeur, le filtre trappe de la voie Y libère la place nécessaire à la composante C codée SECAM.

Le spectre de la composante C codée PAL est réparti sur des fréquences multiples (harmoniques) de la fréquence de la sous-porteuse à 4,43 MHz. Cette fréquence ayant été choisie comme multiple décalé de la demi-fréquence ligne, les harmoniques constituant le signal de chrominance C codé PAL se positionnent entre les harmoniques du signal Y (fig. 32).
La figure 32 montre la répartition des fréquences contenues dans le signal vidéo composite PAL. L'amplitude de chaque *paquet* constituant Y décroît quand la fréquence est haute (à partir de 3,5 MHz et au delà, jusqu'à 5 MHz (normes B & G)). Ces hautes fréquences permettent de rendre les détails fins de l'image.



2 : Répartition des fréquences constituant le spectre d'un signal CVBS-PAL.

D'autre part, on remarque l'absence de la sous-porteuse à 4,43 MHz dans le spectre de la composante C codée PAL due à la modulation d'amplitude à double bande latérale et porteuse supprimée (DSB).

La séparation de Y et C ne peut pas être réalisée par les mêmes circuits selon qu'on traite de la vidéo composite codée SECAM ou de la vidéo composite codée PAL.

En SECAM, on doit utiliser un circuit réalisant la fonction réciproque du filtre anti-cloche de l'encodeur pour isoler la composante C : filtre cloche centré sur 4,286 MHz (analogique ou numérique). En début de voie luminance Y, on place un circuit réjecteur de sous-porteuse, appelé trappe afin de limiter l'interférence couleur dans la voie luminance Y.

En PAL, on utilise :

• un filtre passe-bande centré sur 4,43 MHz dans les cas les plus simples : la bande passante doit être réduite et les harmoniques hautes (autour de 4,43 MHz) de Y restent mélangées à C. Ces informations de luminance dans le démodulateur chrominance provoquent ce qu'on appelle du *cross color*.
Cette solution est cependant la plus ancienne et la plus utilisée sur les matériels de début et moyenne gamme. La structure du filtre passe-bande est basée sur un circuit analogique. Un filtre réjecteur centré sur 4,43 MHz est placé dans la voie luminance pour supprimer la composante C et isoler Y .
La partie supérieure de la bande passante de Y est en partie perdue, ce qui se traduit par une diminution du piqué d'image (mauvaise visibilité des détails fins) ;

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

• un filtre en peigne ou *comb filter*. Ce filtre a la particularité de ne prélever que les harmoniques constituant la composante C. La bande passante résultante peut donc être élargie en comparaison de celle du filtre passe-bande. La distorsion d'intermodulation entre les composantes Y et C est supprimée. Le *comb filter* est réalisé à partir de circuits analogiques ou à partir d'une structure utilisant des circuits numériques. Le signal Y peut être obtenu en faisant la différence des signaux CVBS et C. La bande passante de Y est complètement restituée.

Séparation de Y et C : architecture des circuits

Solution analogique (filtres classiques)

Au delà de la séparation des composantes Y et C (fig. 33), il est nécessaire d'automatiser la commutation des circuits PAL et des circuits SECAM par une reconnaissance automatique des standards.
Elle est du type identification ligne. À partir du *top* ligne retardé (*burst key*) extrait du *sandcastle* SSC (ou d'un signal de service équivalent), on mesure la fréquence du *burst* PAL ou de la salve SECAM. Le cycle de fonctionnement démarre en standard PAL, ce qui signifie que des salves d'oscillateur interne — VCO du PLL — sont répétées à des intervalles déterminés. L'oscillateur interne assure une excursion de fréquence autour de sa valeur nominale (plage de capture).

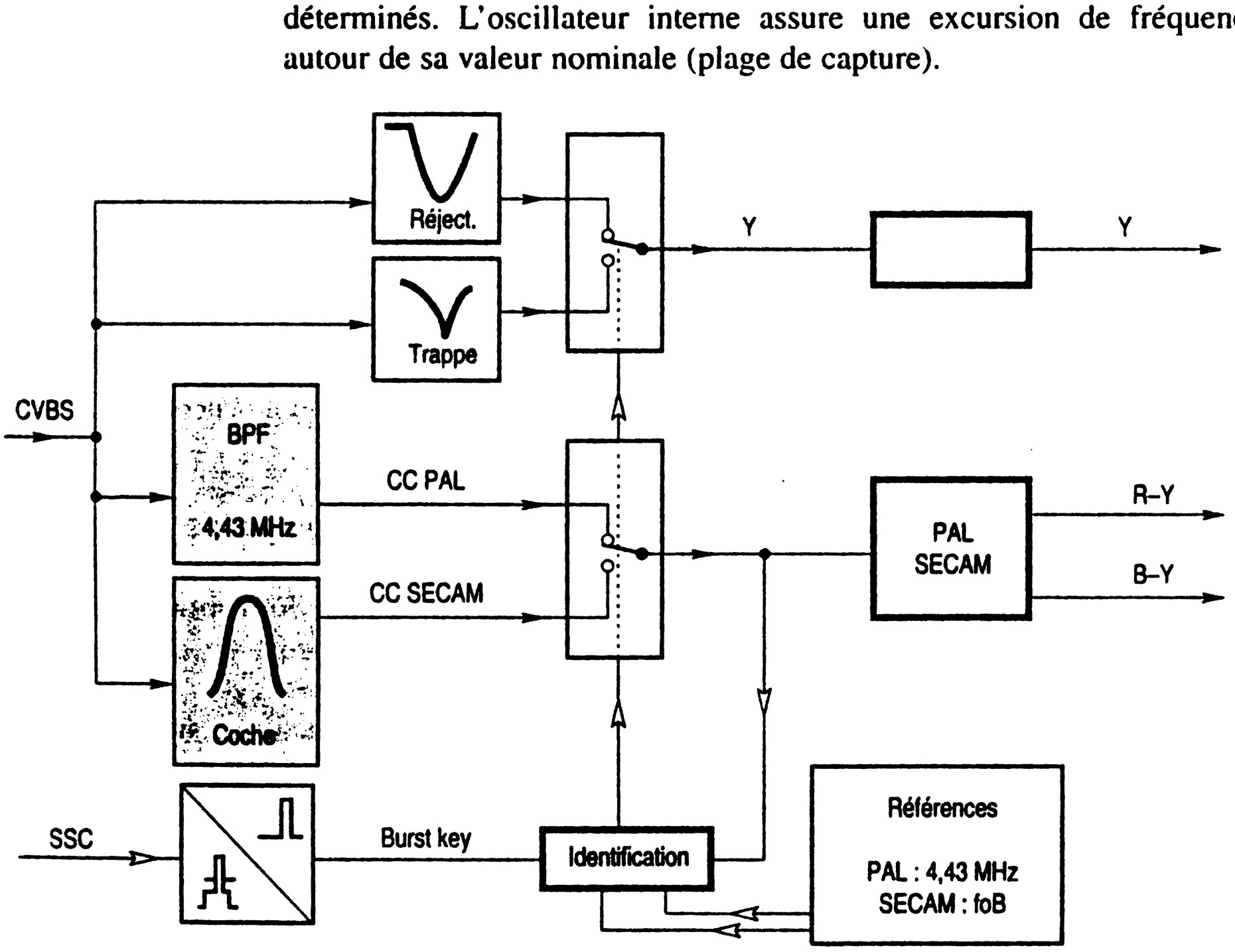


Fig. 33 : Séparation des composantes Y et C du signal vidéo composite. Le schéma donne les commutateurs en position de traitement d'un signal CVBS-PAL.

La fréquence du VCO, généralement déterminée à partir d'un quartz, sert de référence à la mesure du *burst*.
Les salves SECAM sont traitées à partir d'un circuit accordé, généralement fo_B = 4,250 MHz, cette valeur, étant très différente du 4,43 MHz de la sous-porteuse PAL, est en dehors de la plage de capture du PLL.
Un circuit est utilisé pour la mémorisation du standard reconnu. Cette mémoire, généralement réalisée par un circuit de type RC, doit être rafraîchie.

Exemple d'agencement de structures utilisables pour séparer les composantes d'un signal vidéo composite codé SECAM :

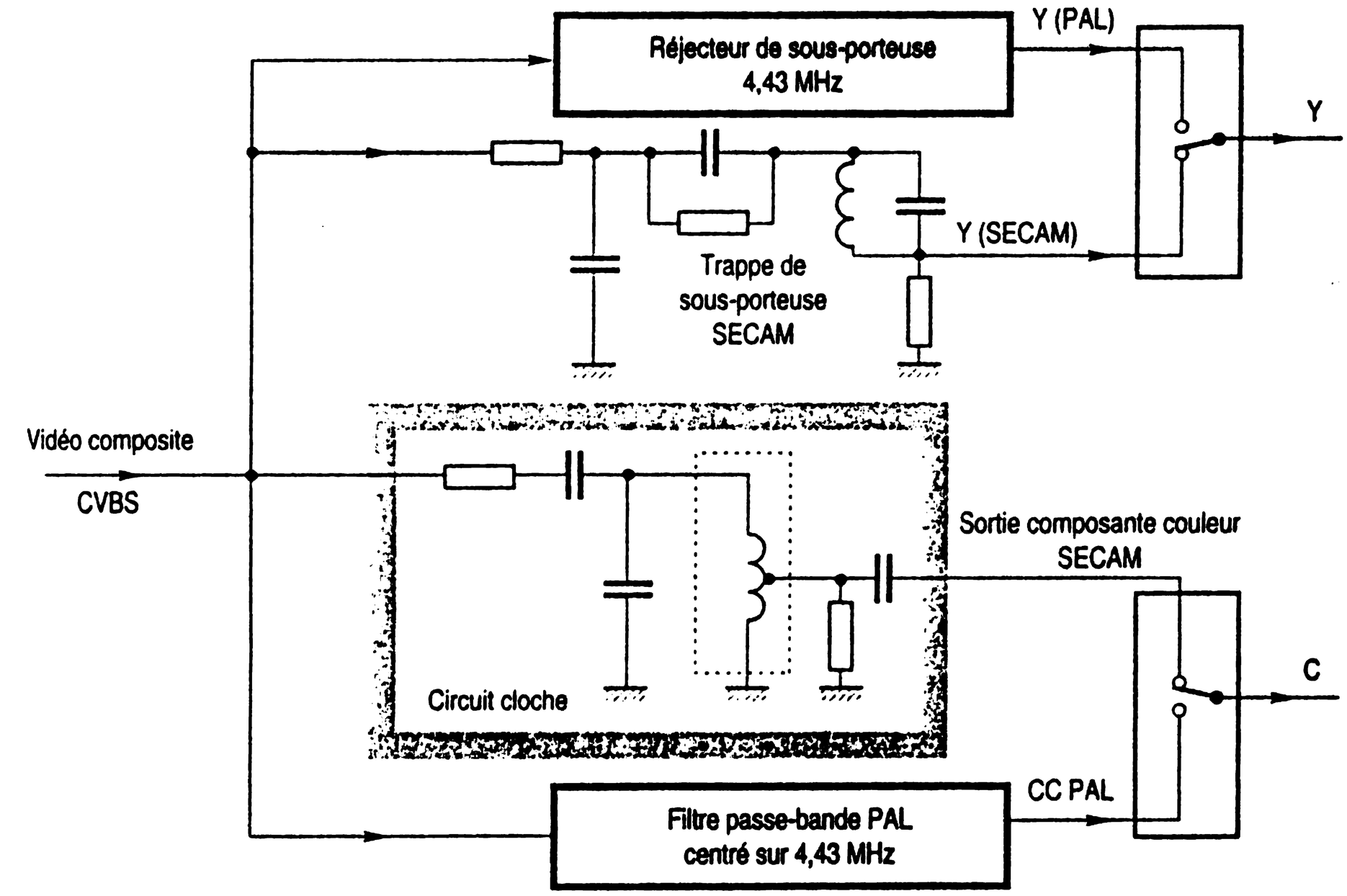


Fig. 34 : Structures typiques utilisées en SECAM.

Utilisation d'un comb filter (analogique)

Cette solution ne peut être retenue qu'en séparation des composantes Y et C d'un signal vidéo composite PAL. Ce dispositif n'apporte une amélioration sensible qu'en traitement d'une émission codée PAL.

Principe du filtre en peigne ou comb filter

Afin de comprendre le principe du *comb filter*, revenons sur le fonctionnement du générateur de sous-porteuse couleur de l'encodeur PAL (fig. 35).

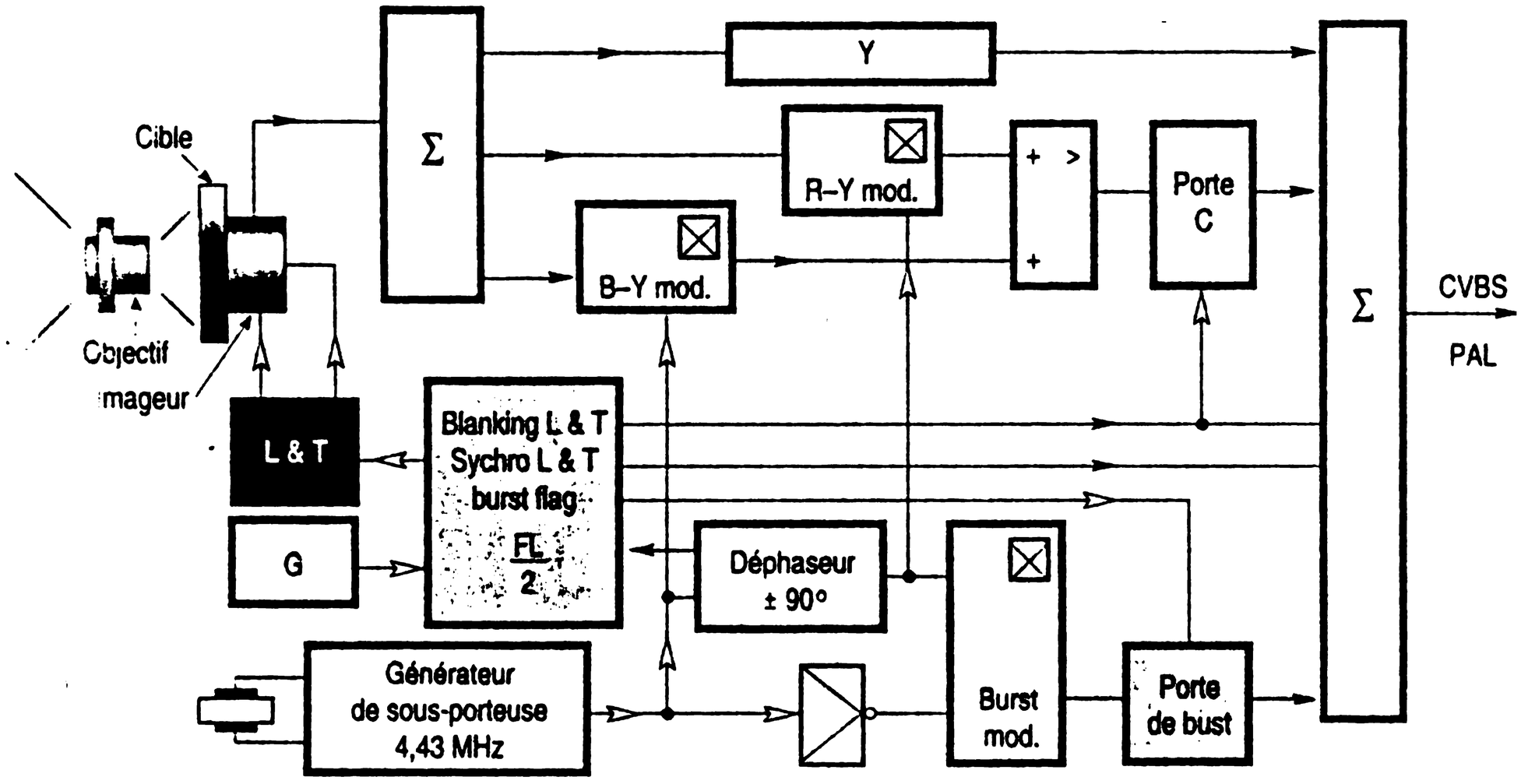


Fig. 35 : Encodeur PAL et fonctions associées constituant les éléments d'une caméra.

Le schéma de la caméra ci-dessus montre que le générateur de sous-porteuse chrominance fonctionne de façon continue (!). Si la suppression (nécessaire) de toute information de chrominance pendant le retour ligne est assuré par l'information de *blanking* L & T, la phase de la sous-porteuse modulée est conservée d'une ligne à l'autre.

La fréquence de la sous-porteuse chrominance est donnée par la relation :

$$SP = \{[(2k + 1)/4]FL\} + 25.$$

Il en résulte, après simplification, que la fréquence de la sous-porteuse est égale à 283,75 fois la fréquence ligne plus 25 Hz. Exprimé en temps, cela signifie que pendant une ligne (64 µs), le générateur de sous-porteuse génère 283,75 périodes.

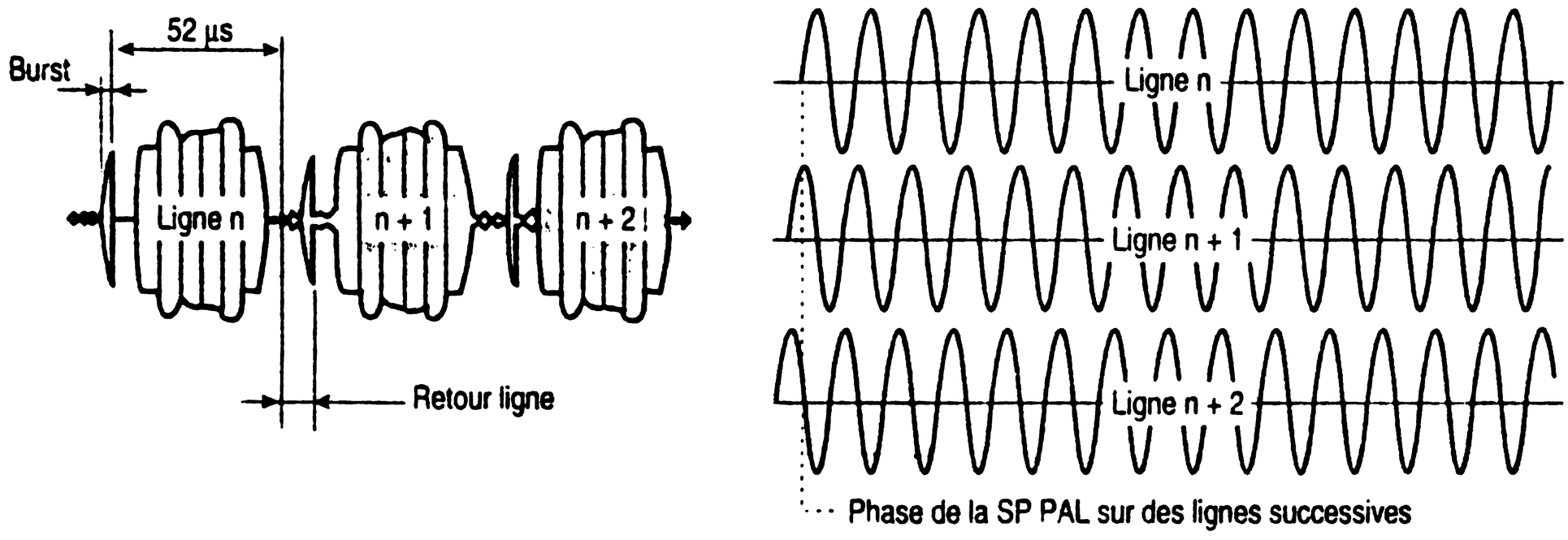


Fig. 36 : Signal de chrominance codé PAL et phase de la sous-porteuse.

Pendant la durée de deux lignes, le générateur de sous-porteuse génère 283,75 × 2 = 567,5 lignes. La sous-porteuse chrominance de la ligne n + 2 est décalée d'une demi-ligne par rapport à la sous-porteuse chrominance de la ligne n.

Si on considère des contenus identiques, la composante chrominance PAL de la ligne n + 2 est en opposition de phase avec la composante chrominance de la ligne n.

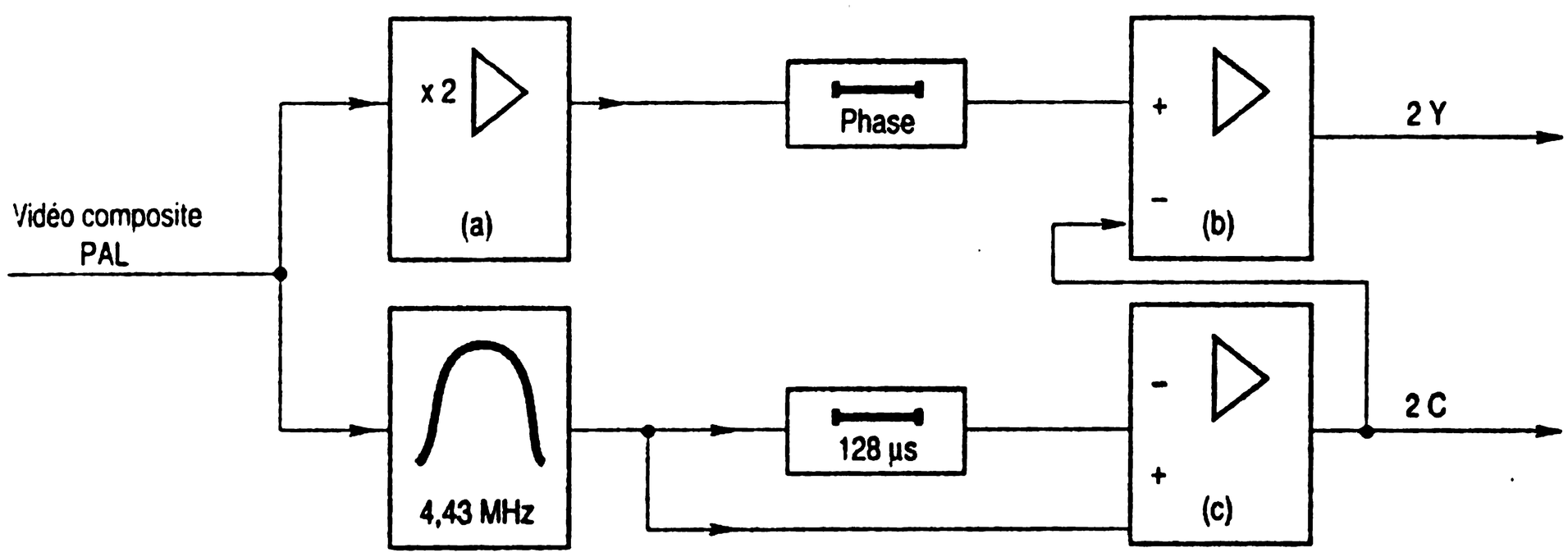


Fig. 37 : Schéma de principe d'un filtre en peigne.

Rappelons encore que ce filtre en peigne (fig. 37) ne fonctionne bien que si le contenu des lignes successives varie peu. Si par exemple il se produit un mouvement vertical dans l'image, les transitions sont altérées. Il est possible d'améliorer la tenue du filtre ; la structure utilisée est alors plus complexe.

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

Conséquence et organisation des circuits de séparation

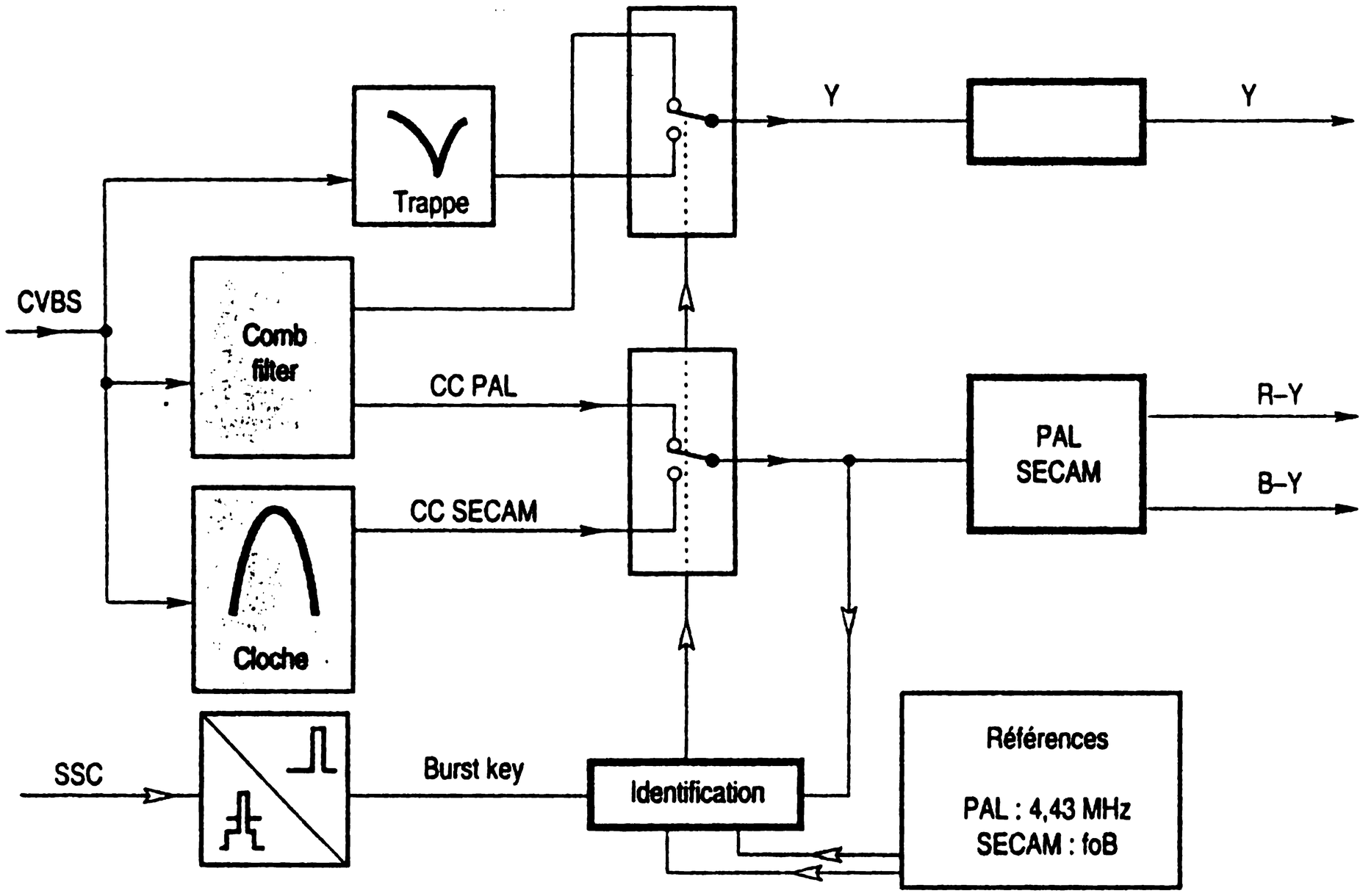


Fig. 38 : Séparation des composantes Y et C du signal vidéo composite. Utilisation d'un filtre en peigne (Comb filter) en PAL.

Les circuits de séparation propres au signal vidéo composite SECAM sont conservés. Les circuits PAL sont remplacés par le filtre en peigne (fig. 38). Les autres fonctions sont inchangées.

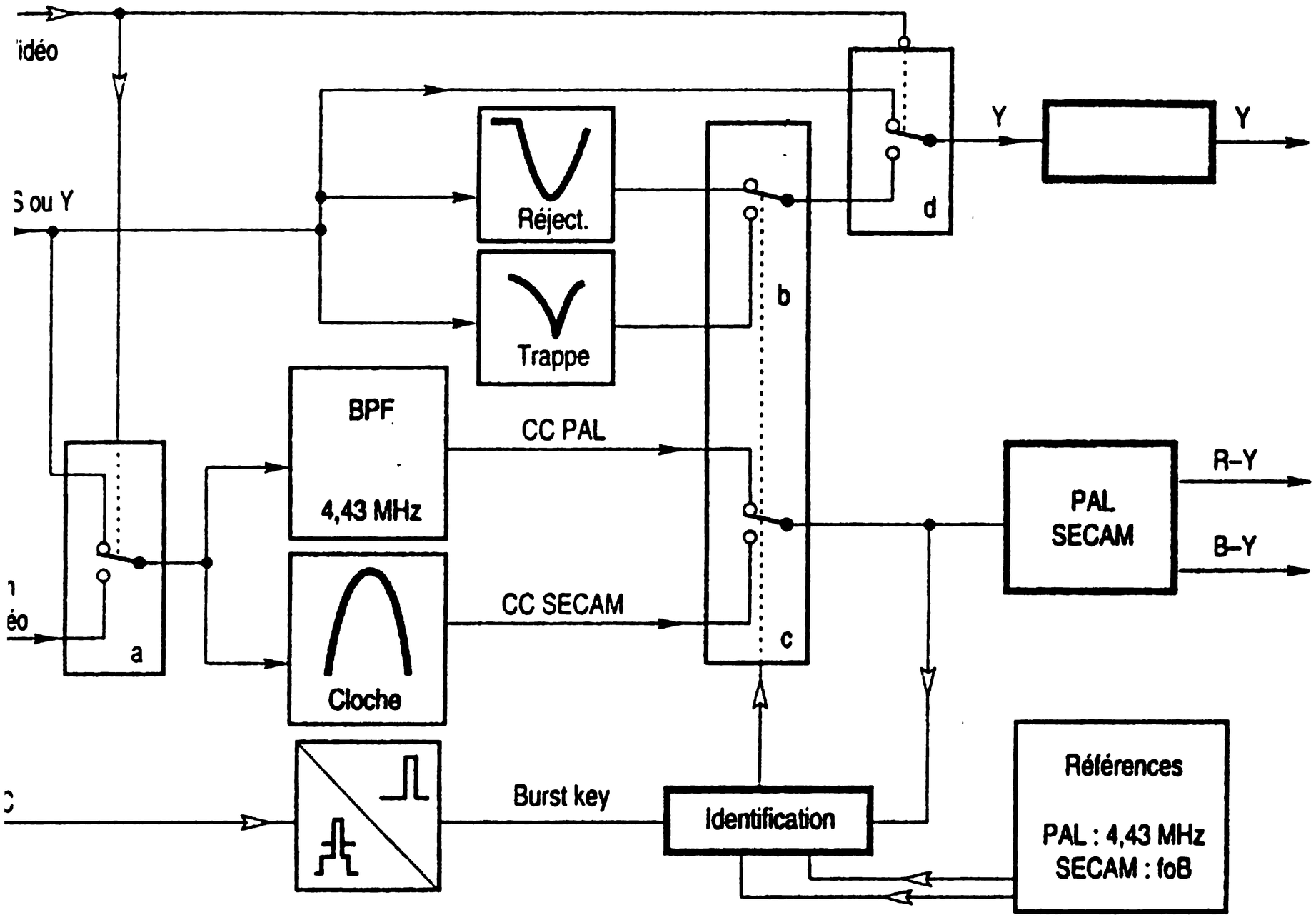
Fonctionnement en mode S-VIDEO

Mise en situation

En S-VIDEO, les signaux luminance Y et chrominance C sont séparés :
• la bande de base de la composante luminance Y est portée à 5 MHz,
• la composante chrominance est toujours codée PAL.
Les signaux S-VIDEO sont fournis (en général) par un camescope ou un magnétoscope en lecture (S-VHS ou HI-8).

Le standard (PAL) de codage de la composante couleur est identifié automatiquement. La composante couleur peut être appliquée directement en entrée du circuit de traitement C ou par le filtre passe bas (BPF – *Band Pass Filter*) centré sur 4,43 MHz.
Le signal de luminance Y doit être traité sans passer par le réjecteur de sous-porteuse.

Organisation fonctionnelle des circuits



39 : Circuit de séparation comportant la fonctionnalité S-vidéo.

Traitement luminance Y

Après extraction de la composante luminance Y (lorsque le signal d'origine est de type vidéo composite), il peut être envisagé d'améliorer (électroniquement) le piqué d'image. C'est pratiquement le seul traitement que l'on fait subir à la composante luminance Y.

Ce signal Y doit ensuite être appliqué au circuit de dématriçage (avec les signaux R-Y et B-Y issus de la fonction repérée C, traitement chrominance). Il est nécessaire de remettre en phase la composante luminance Y avec les signaux R-Y et B-Y.

Mise en phase, retard luminance

Le temps de transfert d'un signal dans un circuit est d'autant plus court que la bande passante du circuit est large. Sachant que la bande passante des circuits luminance Y est au moins de 4 MHz alors que la bande passante des circuits réalisant la fonction chrominance C est de l'ordre de 1,4 MHz, il devient indispensable d'augmenter le temps de transfert du signal Y (remise en phase).

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

La mise en phase de la composante Y est réalisée par une ligne à retard. La durée du retard dépend du temps nécessaire au traitement C. En moyenne, on peut considérer que la ligne à retard luminance provoque un retard de 220 ns à 390 ns.
Le retard dépend directement de la structure des circuits utilisés.

Piqué d'image

Considérons une transmission en norme L SECAM. Après séparation de la composante luminance Y et de la composante chrominance SECAM, l'amplitude de la partie haute fréquence du signal Y (représentant les détails de l'image) est très affaiblie.
De plus, dans une image comportant beaucoup de petits détails, les changements de l'amplitude de Y sont faibles et les détails ont tendance à se fondre en donnant une image manquant de relief.
Les fréquences basses du spectre luminance sont additionnées au signal $d2Y(t) / dt2$ (double différenciation de Y par rapport au temps).
Un réglage potentiométrique permet de doser l'effet du circuit de piqué d'image.

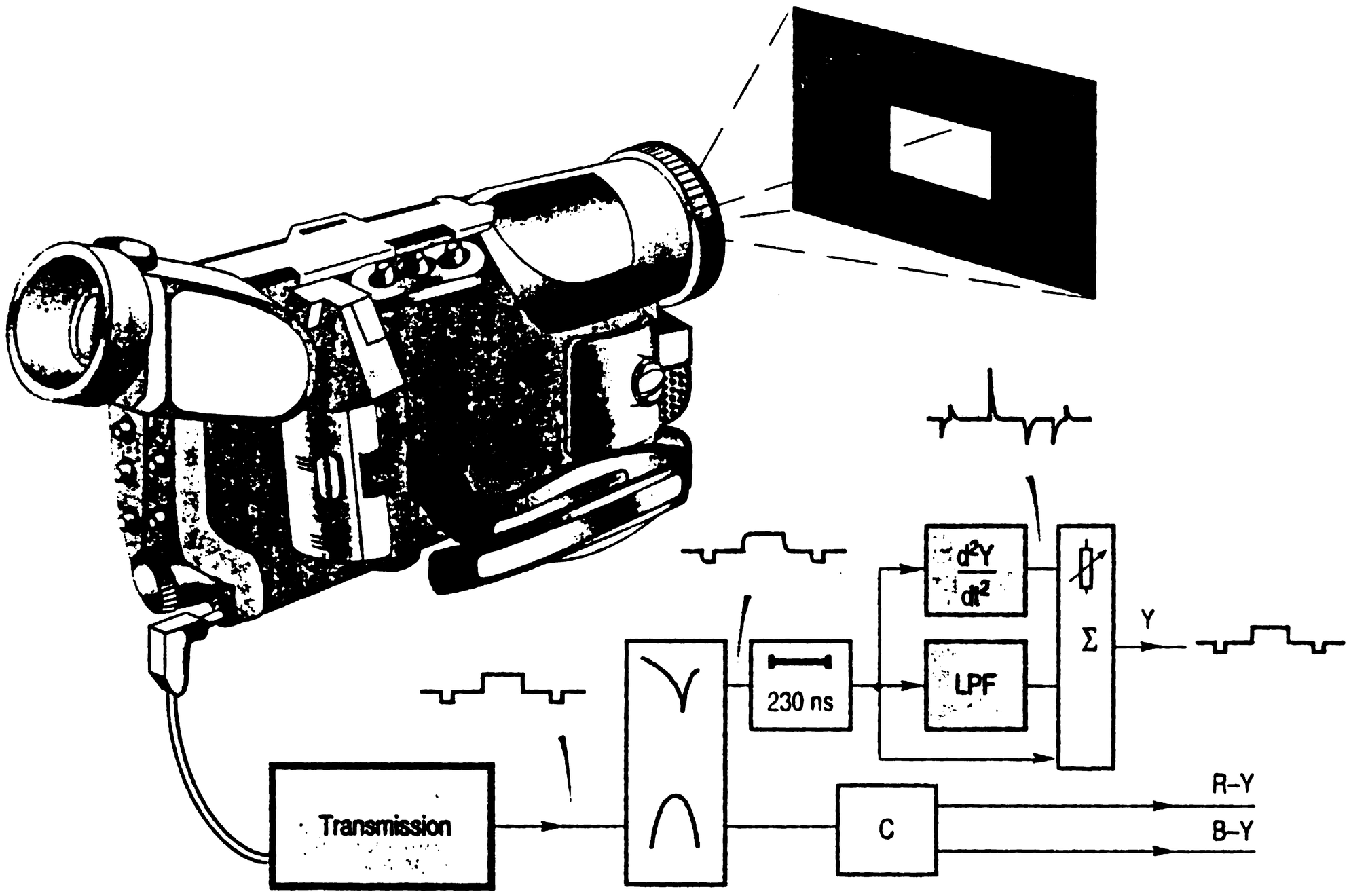


Fig. 40 : Organisation de la voie luminance Y dans le téléviseur.

Les chronogrammes du schéma 40 sont ceux issus d'une ligne au centre de la mire.

Traitement chrominance C

Décodage chrominance (multistandard)

Le circuit de décodage chrominance a pour fonction de reconstituer les signaux de différence de couleur R-Y et B-Y à partir de la composante chrominance codée PAL ou codée SECAM (éventuellement NTSC).
Les structures réalisées utilisent des décodeurs multistandards. La (les) ligne(s) à retard chrominance 64 µs est (sont) commune(s) au décodage PAL ou au décodage SECAM.
La composante chrominance est appliquée sur une entrée unique ou sur des entrées séparées.
L'identification couleur (ou identification du standard de codage de l'information de chrominance) est automatique. Après extraction du *burst* PAL ou des salves SECAM, une logique interne à la fonction chrominance cherche à identifier le standard selon le cycle suivant :
• identification du PAL et mémorisation quand le *burst* est reconnu (verrouillage rendu possible de la boucle PLL dont la fréquence du VCO est déterminée par le quartz 4,43 MHz),
• identification du SECAM et mémorisation quand la salve fo_B est reconnue,
• éventuellement, identification et mémorisation du NTSC.
Quand un standard est identifié et mémorisé (charge d'un condensateur), le *color killer* est libéré, les signaux R-Y et B-Y sont disponibles en sortie des circuits de traitement chrominance C (fig. 41).

Amélioration des transitions chrominance

Améliorer les transitions de couleur (sauts de couleur), c'est raccourcir le temps de montée des signaux de différence de couleur en préaccentuant les signaux R-Y et B-Y lors de la transition.
On donne l'appellation de CTI (*Chroma Transcient Improvement*) aux circuits réalisant cette fonction (fig. 42).
Mise en situation et énoncé du problème :

À l'émission, les signaux de luminance et chrominance sont en phase.
Compte tenu de la réduction de bande passante du spectre chrominance, certaines harmoniques hautes des signaux de différence de couleur sont perdues. D'autre part, la bande passante des fonctions chrominance (à l'encodeur et dans le circuit de décodage) est réduite. Il en résulte une augmentation des temps de montée de la chrominance.

Principe de l'amélioration des transitions

Un circuit différenciateur et un circuit à seuil permettent de détecter les transitions sur les signaux R-Y et B-Y.
Une logique de commande est informée quand une transition est détectée simultanément sur les deux signaux R-Y et B-Y.

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

La transition préaccentuée est commutée en sortie pendant une durée de l'ordre de 600 ns.
En absence de transition significative, les signaux originaux R-Y et B-Y sont directement connectés en sortie du circuit d'amélioration.

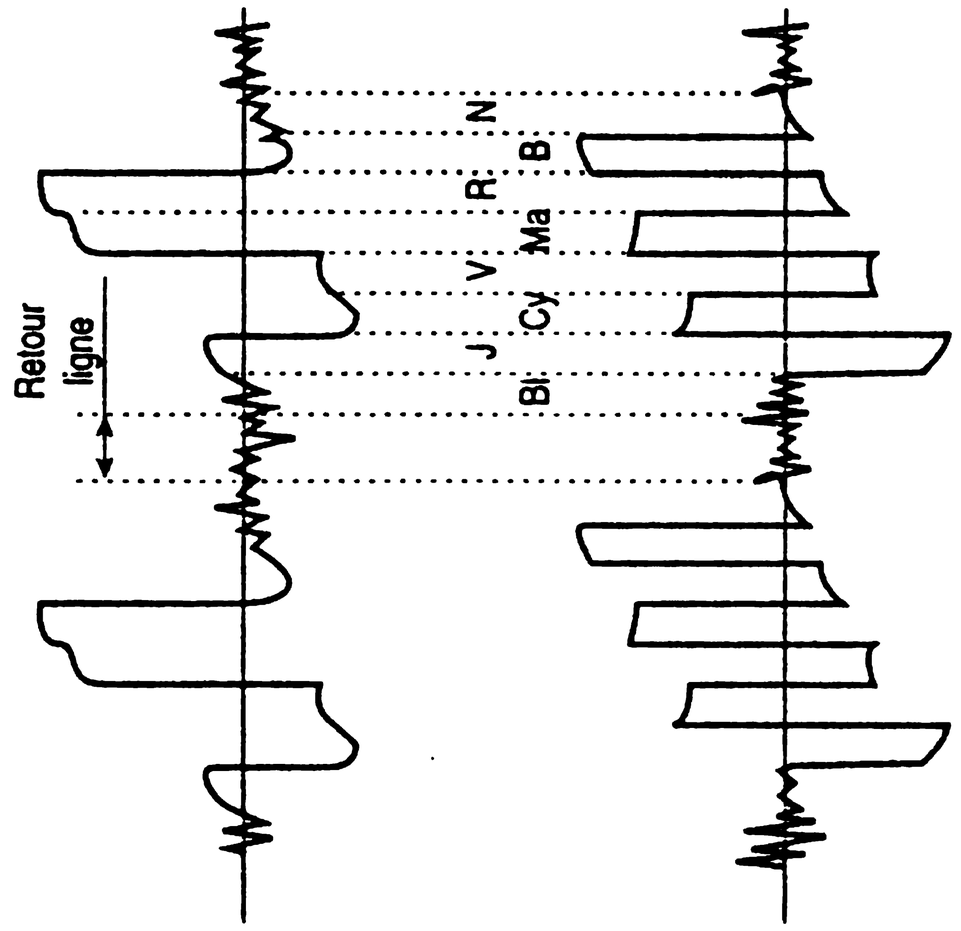
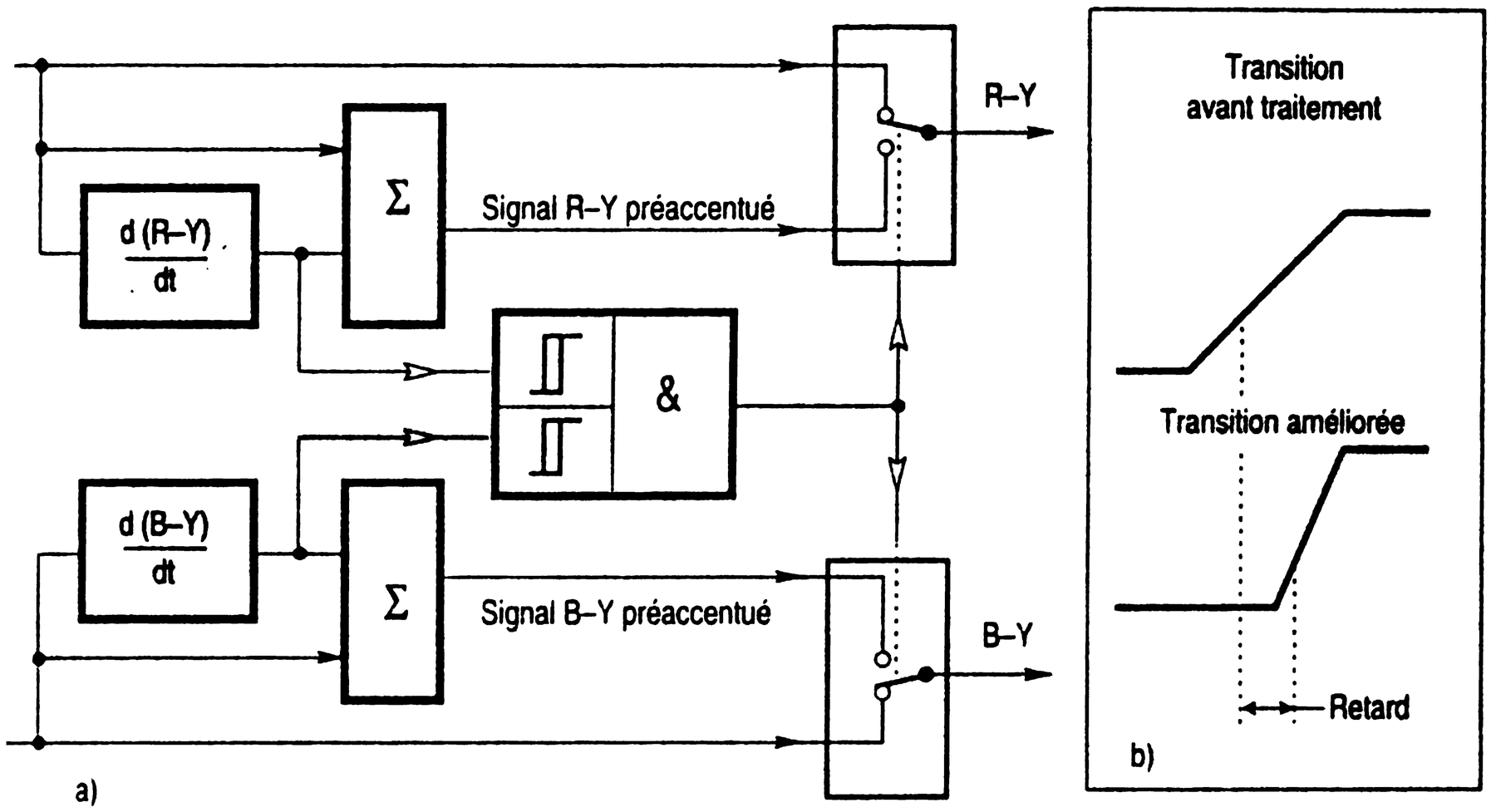


Fig. 41 : Représentation simplifiée du circuit de traitement chrominance et oscillogrammes des signaux R-Y et B-Y correspondant à la mire de barres.



: Circuit CTI (Chroma Transcient Improvement).

REMARQUE La mise en fonctionnement du circuit d'amélioration des transitions chrominance provoque un retard (*cf.* figure 42.b). Il sera nécessaire d'allonger la durée de la ligne à retard luminance pour remise en phase des signaux R-Y, B-Y d'une part et Y d'autre part.

TRAITEMENTS ANALOGIQUES Y ET C : SOLUTION PHILIPS

Séparation de Y et C d'un signal CVBS ou FBAS (GR2 PHILIPS)

La planche B de la documentation technique montre que le signal CVBS est appliqué sur les points repérés B55 et B56.

Voie chrominance

Le signal CVBS (ou FBAS) est traité de façon à extraire la composante chrominance C selon le standard PAL ou SECAM (fig. 43).

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

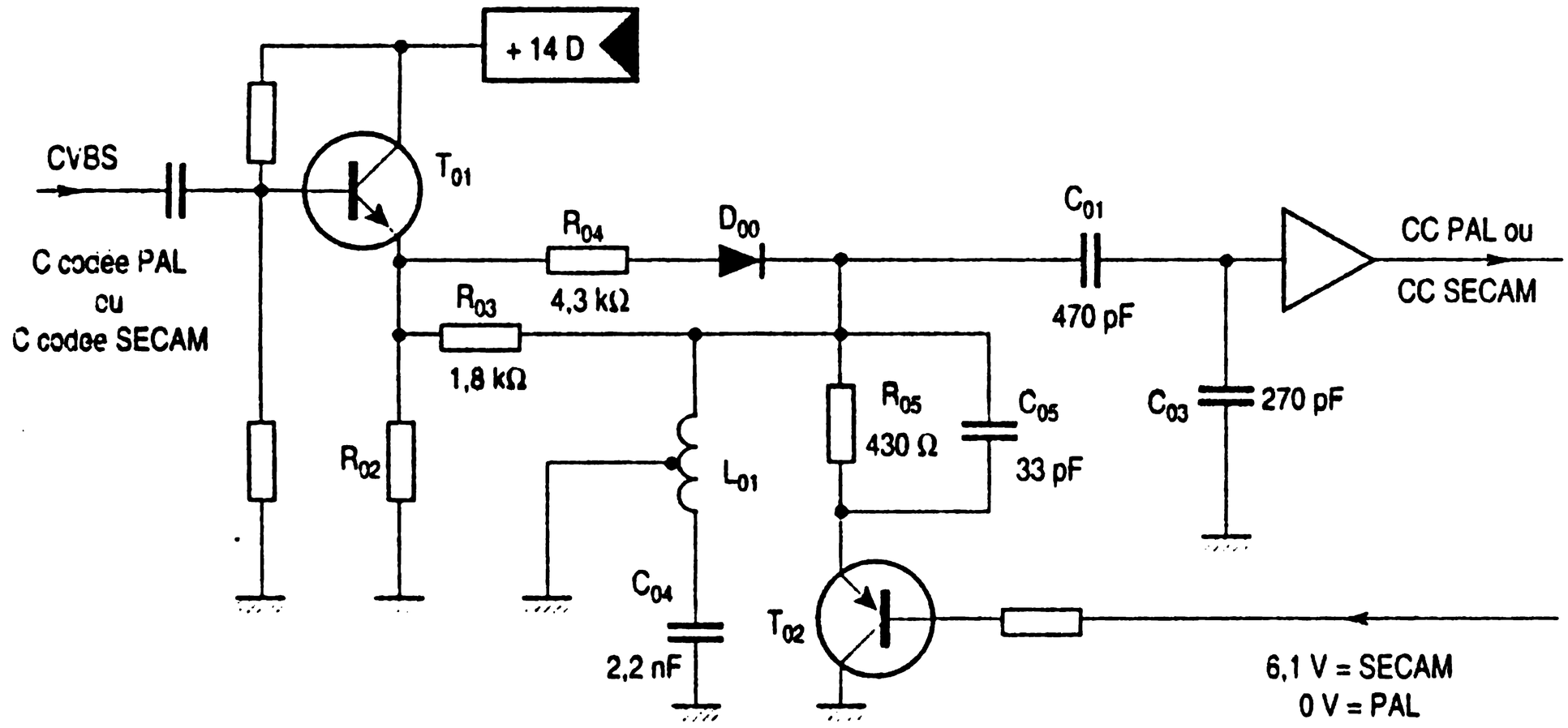


Fig. 43 : Circuit d'extraction de la composante chrominance PAL ou SECAM.

Mode SECAM

Les éléments réactifs L01, C04, d'une part et C01, C03 d'autre part, réalisent (avec les éléments associés) la courbe de réponse d'un circuit cloche.

Mode PAL

La composante C doit être prélevée *via* un filtre passe bande (BPF) centré sur 4,43 MHz. Il est nécessaire d'apporter une modification à la courbe de réponse du filtre utilisé en SECAM : c'est le rôle des circuits associés au transistor T02. La saturation du transistor T02 permet la mise en circuit de C05 et R05. La bande passante du filtre (BPF) est plus large que la bande passante du filtre cloche. D'autre part, une composante continue permet la conduction de D00 : R04 et en parallèle avec R03 ce qui réduit l'atténuation du filtre PAL.

Réjection de sous-porteuse Chroma dans la voie luminance

Le signal CVBS passe au travers d'un filtre réjecteur constitué des éléments C20, L03, C68, C15 (fig. 44).

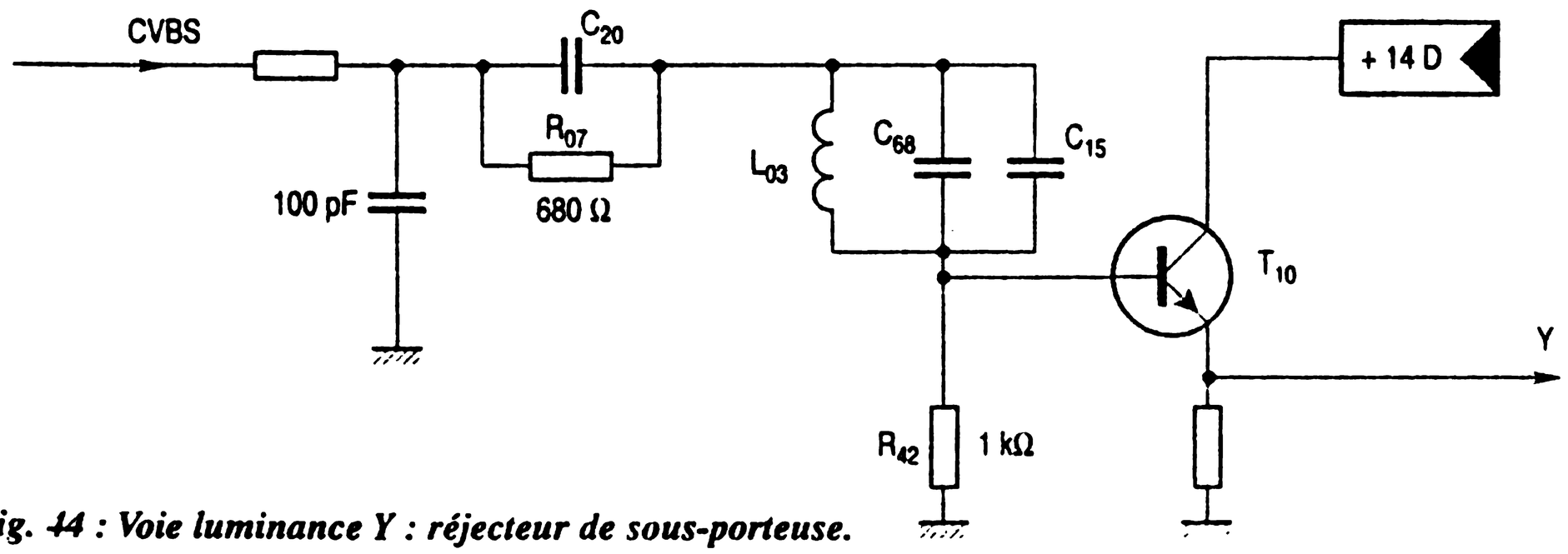


Fig. 44 : Voie luminance Y : réjecteur de sous-porteuse.

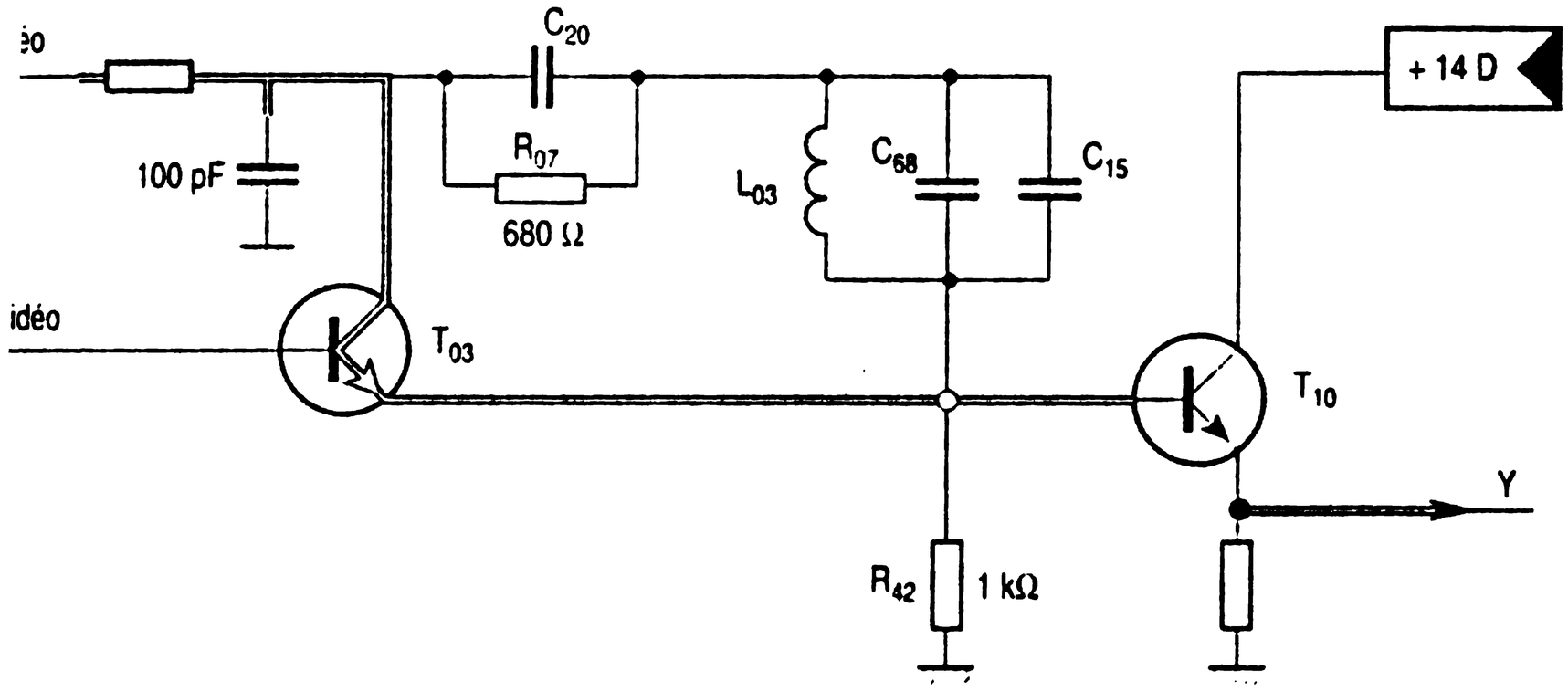
Commutation en mode S-VIDEO (GR2 PHILIPS)

Voie chrominance C

En mode S-VIDEO, la composante C codée PAL est directement appliquée sur le filtre passe-bande (BPF) chrominance. Il doit donc être impérativement positionné en fonction PAL, ce qui est naturellement réalisé par le transistor T02 informé par le circuit d'identification (fig. 43).

Voie luminance Y

En S-VIDEO, la bande passante nécessaire au signal Y est de l'ordre de 5 MHz. Il est alors nécessaire de supprimer l'effet du réjecteur de sous-porteuse de la voie luminance (fig. 45).



En S-vidéo, l'action du réjecteur de sous-porteuse est supprimée dans la voie Y.

Le transistor T03 saturé en mode S-VIDEO réalise cette condition. L'effet du pont R3307 et R3342 est également supprimé pour que l'amplitude du signal Y soit identique en mode CVBS et en mode S-VIDEO.

Décodage chrominance C (GR2 PHILIPS)

Un décodeur multistandard du type TDA4650 est mis en œuvre. Seules les possibilités de décodage du PAL et du SECAM sont utilisées. La ligne à retard est du type à commutation de condensateurs. Le circuit utilisé est un TDA4660 (fig. 46).

Le signal de chrominance C, appliqué broche 15, est amplifié au travers d'un amplificateur à gain contrôlé (ACC – *Automatic Color Control*). La tension de CAG est dépendante de l'amplitude du *burst* PAL.

Identification de standard

Elle est du type identification ligne. L'information de *burst key (BK)* contenue dans le signal *sandcastle* est nécessaire à l'extraction du *burst* PAL ou des salves de sous-porteuses fo_R et fo_B.

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

Lorsque le téléviseur est syntonisé sur un émetteur aux normes B, G. La composante couleur étant codée PAL, on vérifie que lorsque le standard PAL est identifié, la tension broche 28 est de 6 V alors que la tension broche 27 est de 0 V (fig. 46).

Lorsque le téléviseur est syntonisé sur un émetteur aux normes L, L'. La composante couleur étant codée SECAM, on vérifie que lorsque le standard SECAM est identifié, la tension broche 28 est de 0 V alors que la tension broche 27 est de 6 V.

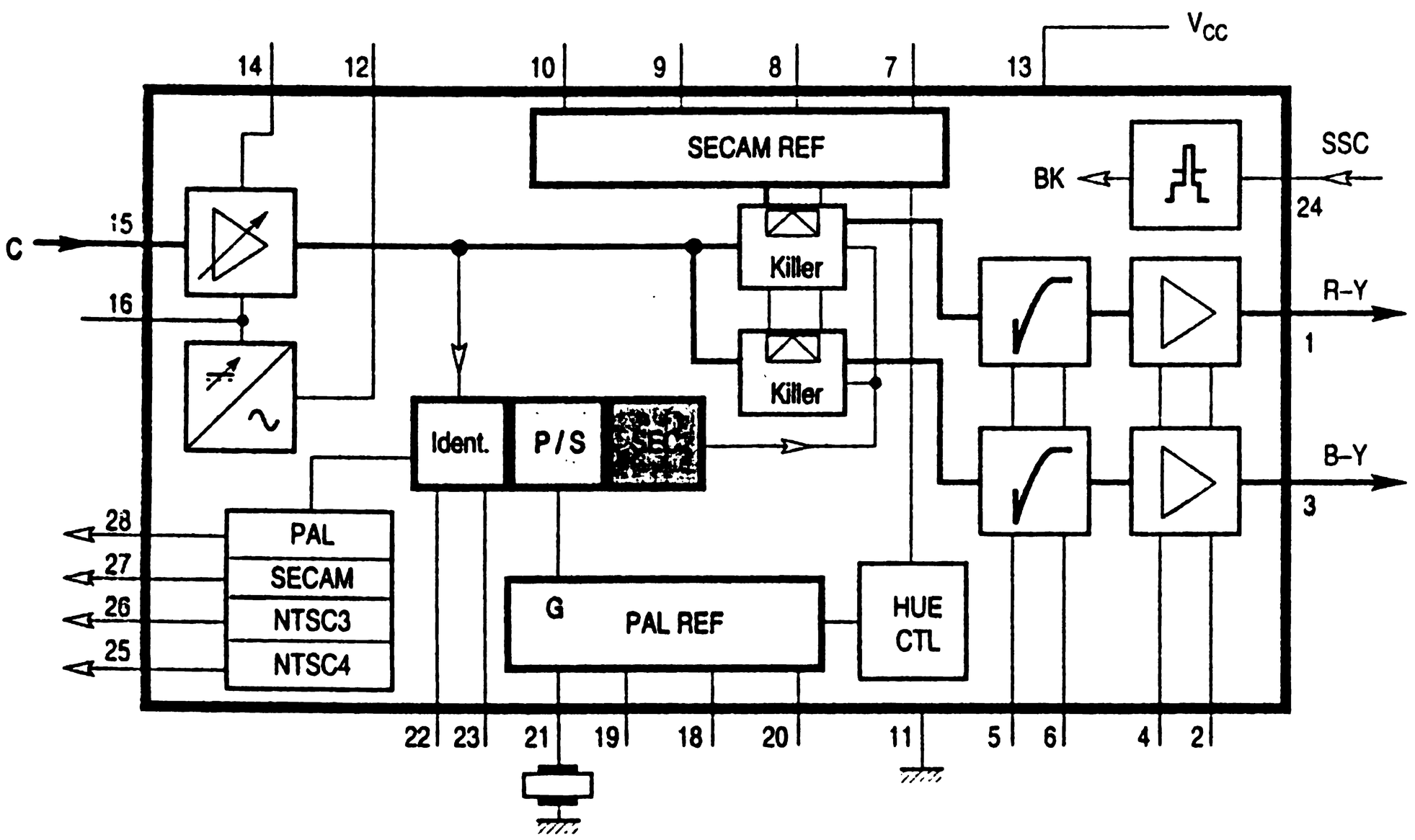
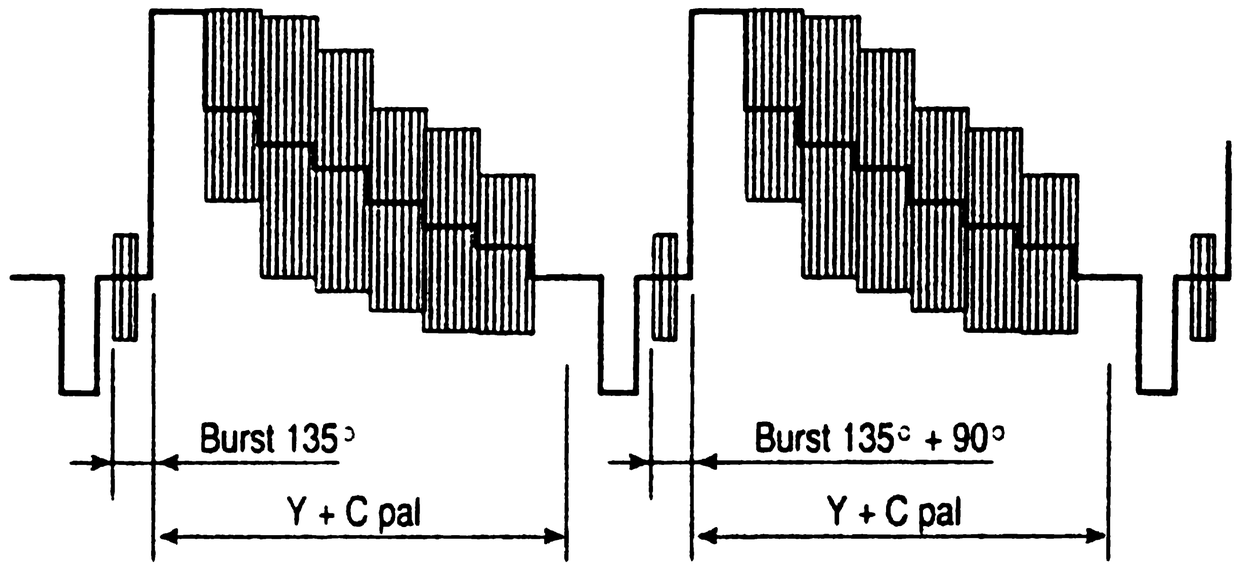


Fig. 46 : Circuit TDA4650.

Démodulation PAL

Le quartz de 8,86 MHz, broche 21 (fig. 46), est l'un des éléments externes du PLL permettant de reconstituer la sous-porteuse régénérée nécessaire à la démodulation synchrone de u_{mod} et v_{mod}.

On rappelle sur l'oscillogramme suivant les caractéristiques du *burst* PAL permettant de régénérer la sous-porteuse de 4,43 MHz (fig. 47) :
• sur la broche 20, C26 détermine la valeur moyenne de commande du VCO (ref.) ; les éléments sur la broche 18 déterminent la constante de temps du PLL (filtre de boucle),
• la logique de commande interne au TDA 4650 configure les démodulateurs synchrones et inhibe les circuits propres à la voie SECAM.



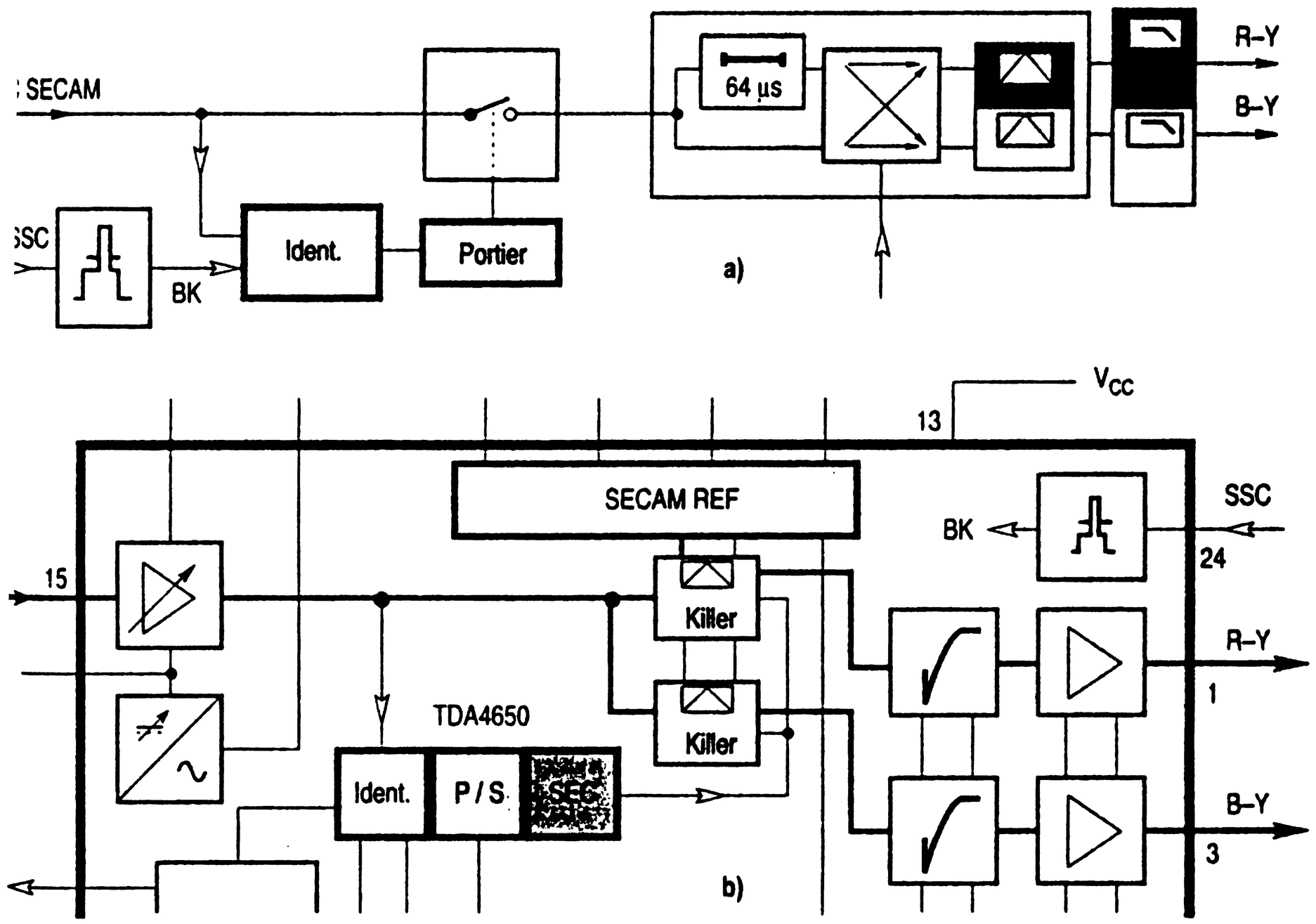
47 : Oscillogramme du signal vidéo composite, à fréquence ligne, correspondant à la mire de es.

Démodulation SECAM

Les lignes successives Fr et Fb sont démodulées par les démodulateurs FM dont les caractéristiques sont fixées par les éléments externes broches 7 à 10 (fig. 46) :

- L04 permet de régler la démodulation des lignes Fr.
- R12 permet de régler la démodulation des lignes Fb.

L'étude de la structure mise en œuvre dans le TDA4650 montre qu'il n'y a ni ligne à retard, ni permutateur. Les démodulateurs doivent fonctionner alternativement une ligne sur deux.



. 48 : En (a), rappel de la structure typique du décodeur SECAM. En (b), circuit TDA4650 : fonc- is réalisant le décodage SECAM.

Alignement et désaccentuation

La valeur moyenne des signaux R-Y et B-Y varie en fonction du contenu de l'image. Les signaux issus des démodulateurs PAL ou SECAM doivent être référencés (*clamp*). Les condensateurs C2308 et 09, broches 5 et 6, fixent les niveaux de *clamp* (la notion d'alignement synchronisé ou *clamp* sera expliquée dans le paragraphe indexation).

Les signaux issus du démodulateur SECAM doivent être désaccentués. La logique de commande interne active la fonction de désaccentuation en décodage SECAM. Les condensateurs de désaccentuation sont C2306 et 07 broches 2 et 4.

Circuits de sortie

L'identification étant réalisée, la logique de commande interne au TDA 4650 valide les amplificateurs de sortie, et les signaux – (R-Y) et (B-Y) sont alors disponibles sur les broches 1 et 3 (fig. 48).
L'amplitude des signaux de sortie en SECAM est le double de l'amplitude des signaux obtenus en PAL.

Ligne à retard et le sommateur

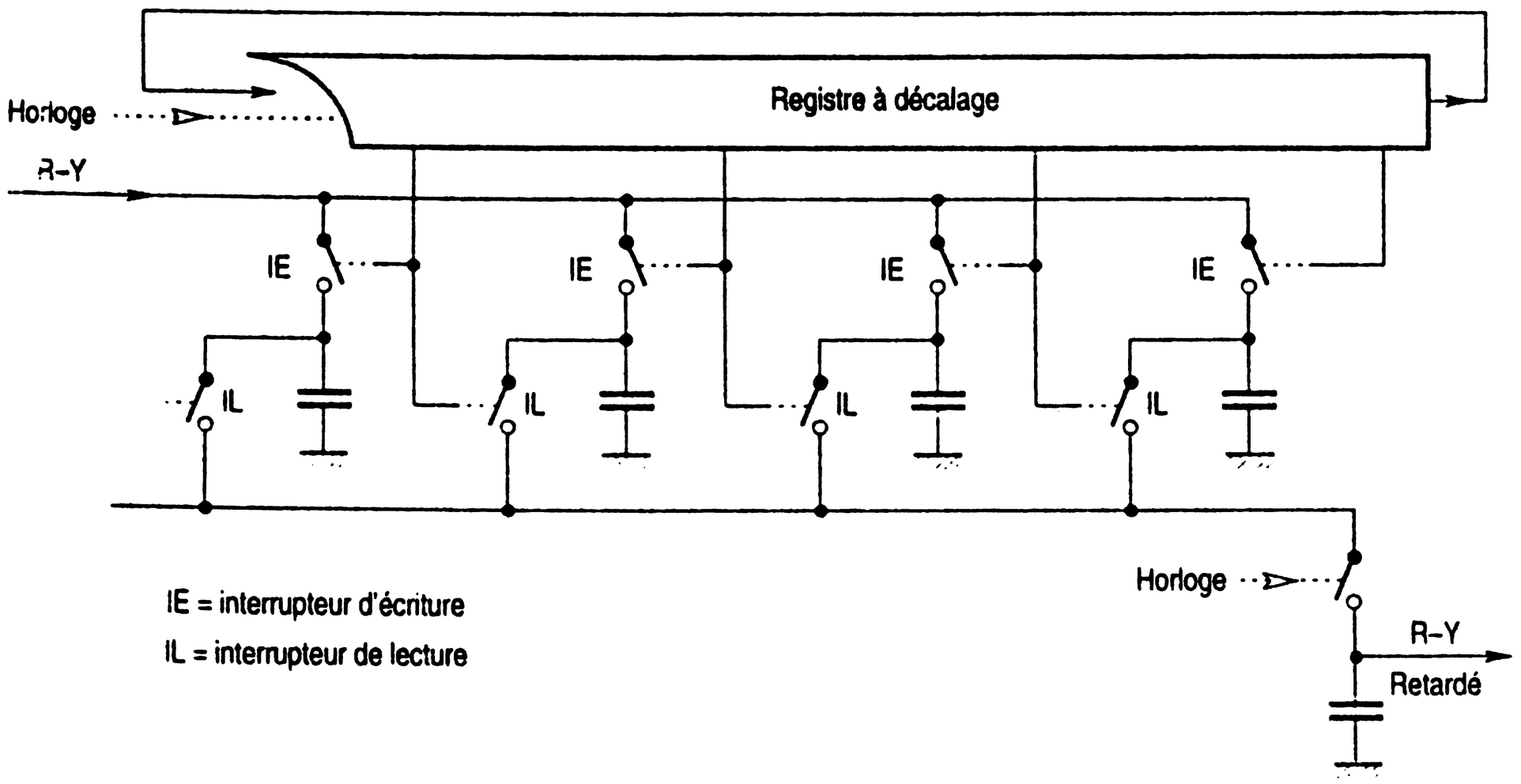
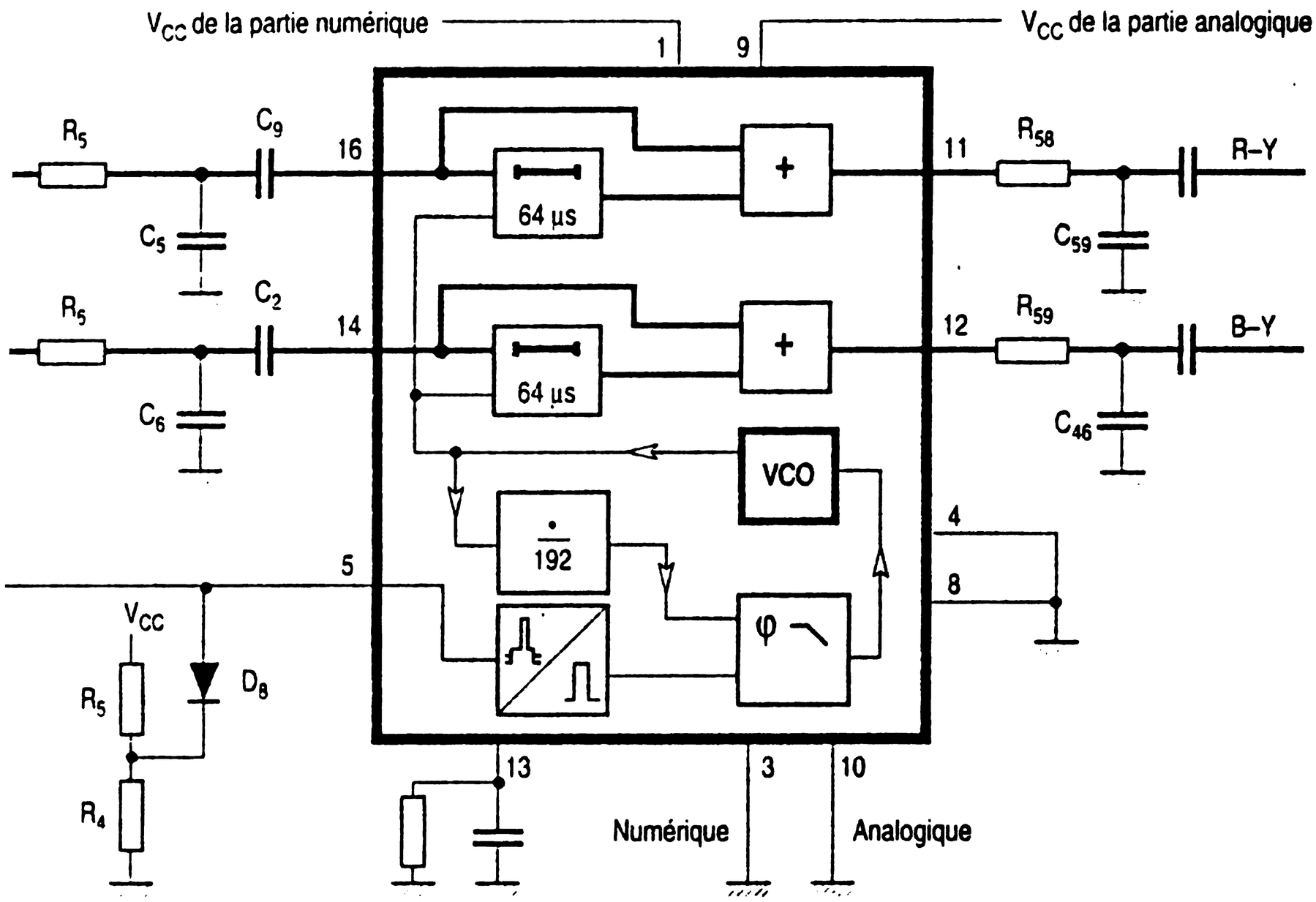


Fig. 49 : Principe des lignes à retard à commutation de condensateurs.

Les lignes à retard sont à commutation de condensateurs.
L'échantillonnage et le transfert de charges sont commandés par un registre à décalage cadencé par un VCO interne fonctionnant à une fréquence multiple de la fréquence ligne, ce qui détermine un retard de 64 µs. La fréquence du VCO est asservie par le *sandcastle*, broche 5. La fréquence d'échantillonnage est de l'ordre de 3 MHz (fig. 49).

Les cellules R5, C5 d'une part et, R6, C6 d'autre part (fig. 50), constituent des filtres passe-bas de façon à limiter la fréquence supérieure des signaux R-Y et B-Y à environ 1,2 à 1,5 MHz.
La diode D8 aligne la tension de *sandcastle* en entrée sur la tension fixée par le pont constitué de R5 et R4, le pont étant alimenté sous la tension V_{CC}.

En sortie des sommateurs, il est nécessaire de disposer d'un filtre passe-bas pour supprimer la fréquence de l'horloge (fréquence d'échantillonnage de l'ordre de 3 MHz, autorisant une bande passante maximale théorique des signaux de différence de couleur de 1,5 MHz).



0 : Composant TDA4660 intégrant deux lignes à retard de 64 µs.

On remarque que l'amplitude des signaux R-Y et B-Y restitués est pratiquement identique quel que soit le standard traité (fig. 51 et 52). Caractériser les signaux R-Y et B-Y obtenus en sortie des lignes à retard en les comparant aux signaux d'entrée (amplitude et phase).

Amélioration des transitions chrominance et retard luminance Y

Ces fonctions sont assurées par un circuit CTI référencé TDA4565. Outre les fonctions propres au CTI, le composant intégré comporte une ligne à retard ajustable.

Le circuit d'amélioration des transitions des signaux de différence de couleur introduit un retard des signaux R-Y et B-Y par rapport au signal de luminance Y.
Enfin, il faut considérer que le traitement PAL a une durée différente du traitement SECAM. La ligne à retard luminance (du type à commutation de condensateurs), selon l'état de la commande extérieure, a une durée variable. Le retard total est de l'ordre de 820 ns en PAL et de 910 ns en SECAM.

Fonctionnement en SECAM

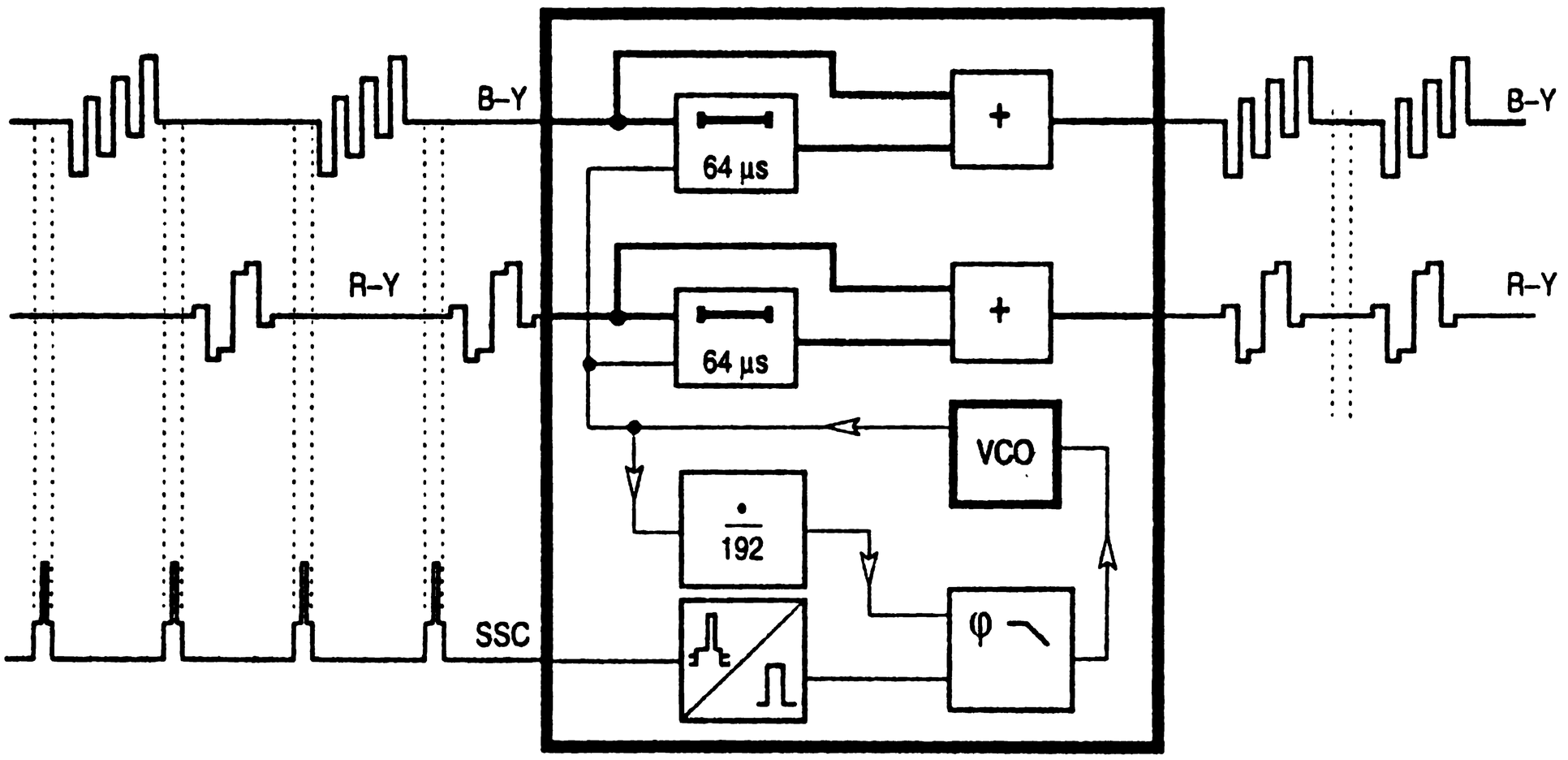


Fig. 51 : Fonctionnement du TDA4660 en standard SECAM.

Fonctionnement en PAL

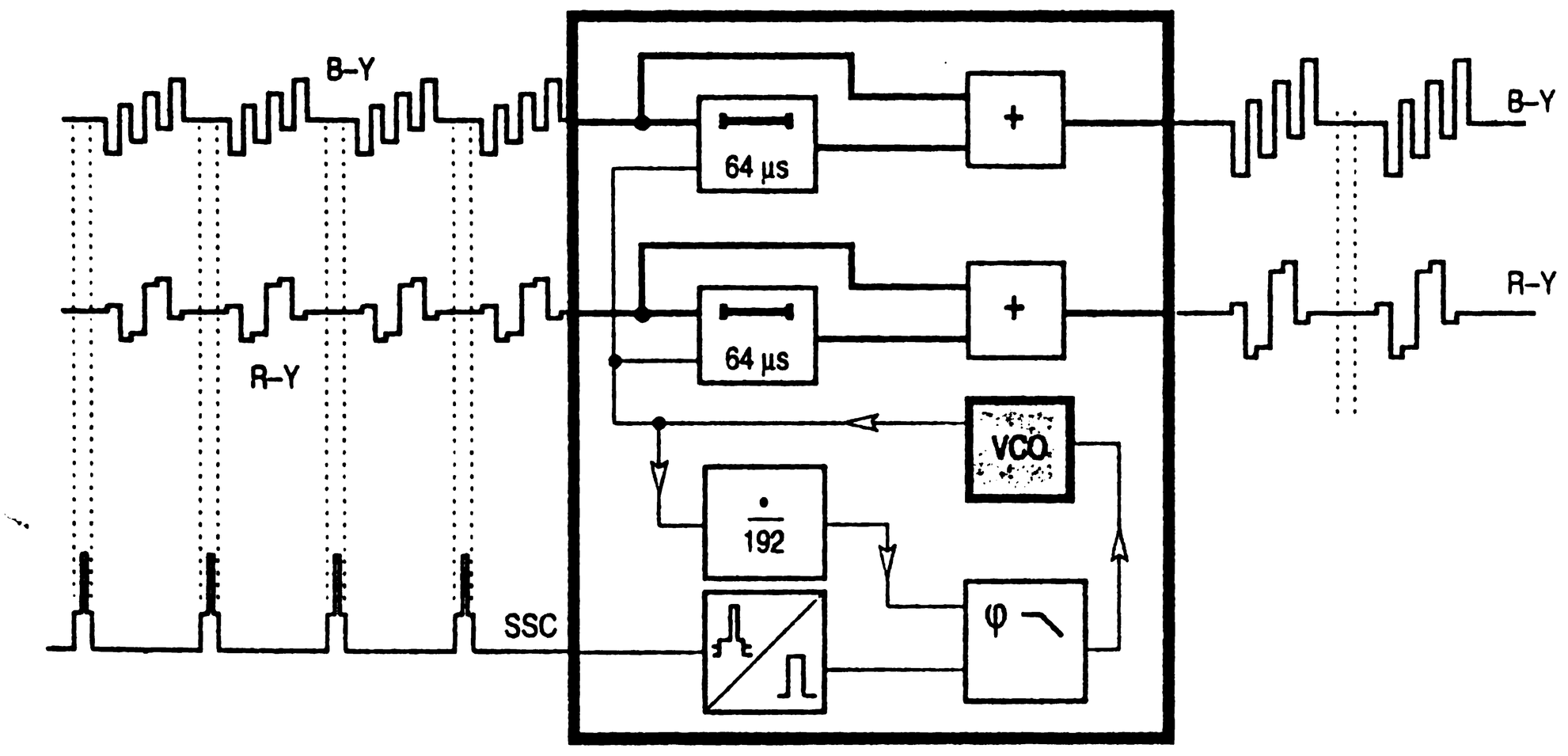


Fig. 52 : Fonctionnement du TDA4660 en standard PAL.

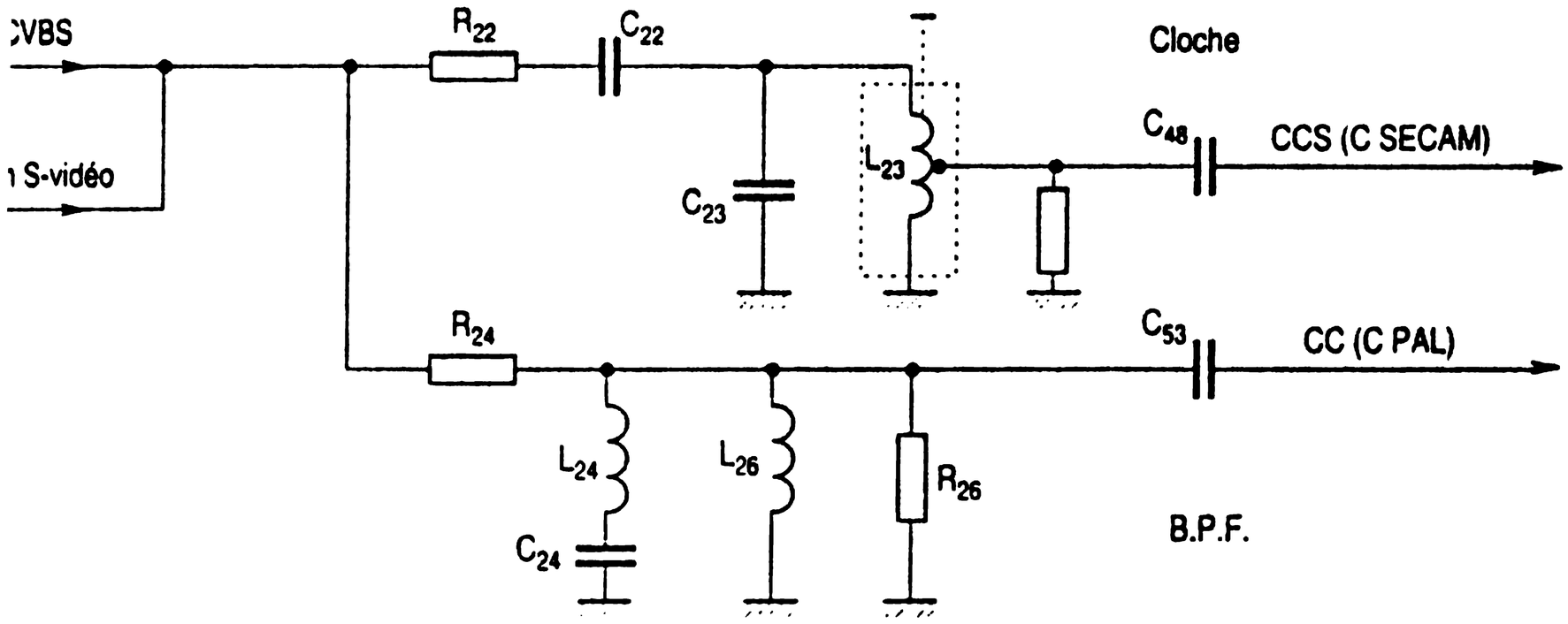
SOLUTION IKC2-ICC7 THOMSON DES TRAITEMENTS Y ET C

Séparation de Y et C d'un signal CVBS (ICC7 THOMSON)

La documentation technique montre que le signal CVBS est appliqué sur les résistances repérées RC22 et RC24 de la partie luminance-chrominance (fig. 53).

Voie chrominance

Le signal CVBS est traité de façon à extraire la composante chrominance C selon les standards PAL/SECAM :



: Circuit d'extraction de la composante chrominance SECAM ou PAL.

• en mode SECAM, la composante C est prélevée *via* un circuit cloche centré sur 4,286 MHz,
• en mode PAL, la composante C doit être prélevée *via* un filtre passe bande centré sur 4,43 MHz,
• le téléviseur est syntonisé sur un émetteur aux normes B et G ; la composante couleur étant codée PAL, on vérifie que le filtre passe-bande réalisé autour de LC24 et LC26 réalise l'extraction de la composante couleur PAL (notée CC),
• le téléviseur est syntonisé sur un émetteur aux normes L, L' ; la composante couleur étant codée SECAM, on vérifie que la composante couleur SECAM (notée CCS) est disponible en sortie des éléments réactifs LC23 et CC23 (et éléments associés).

Réjection de sous-porteuse chroma dans la voie luminance et retard Y

Le signal vidéo composite CVBS subit l'action d'un filtre réjecteur (trappe sous-porteuse SECAM) constitué des éléments LV29 et CV29 (fig. 54).

La trappe sous-porteuse SECAM est mise en service quand TV29 et TV27 sont saturés. Le transistor TC34, informé par la logique de commande interne au circuit intégré IV01, est alors bloqué.

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

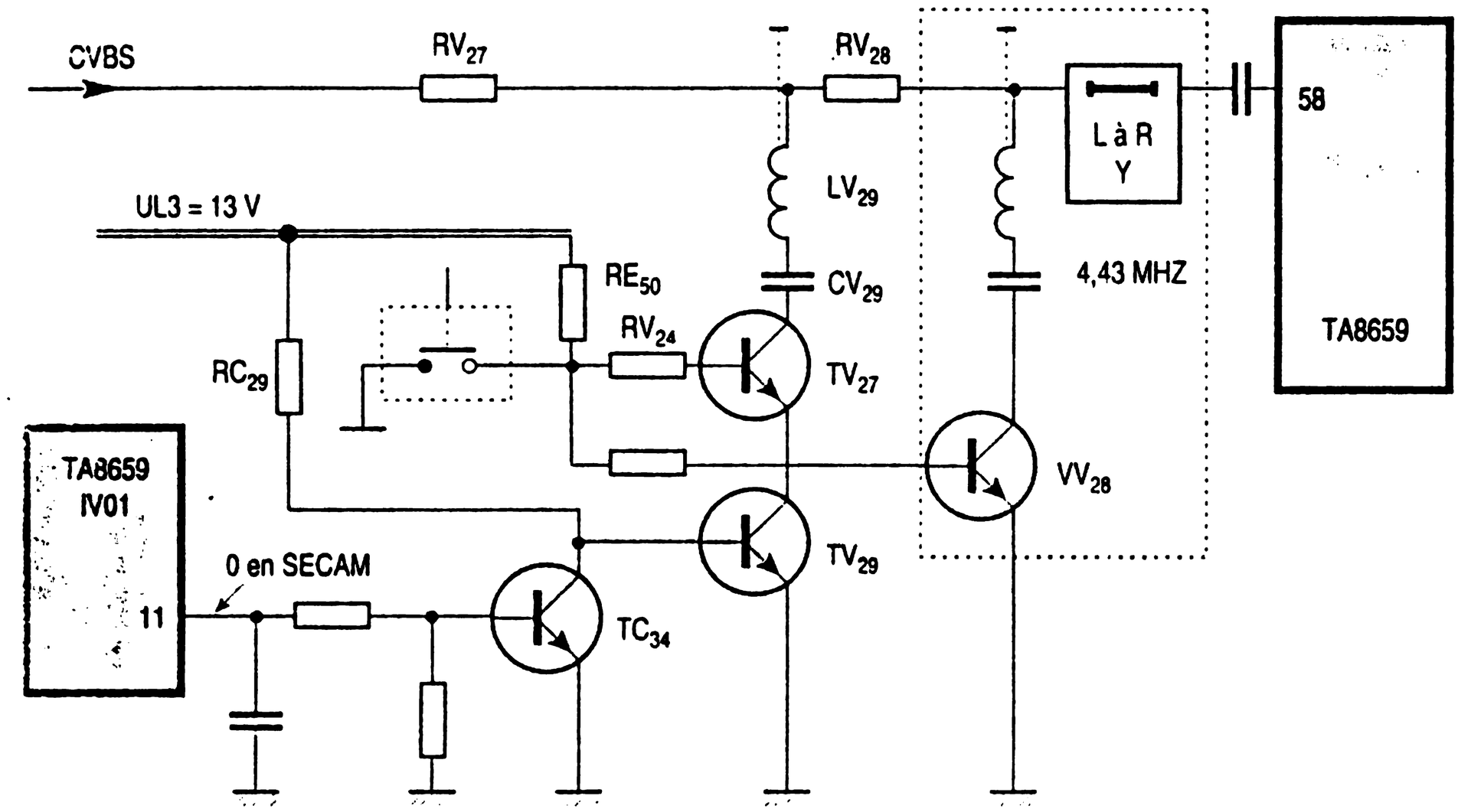


Fig. 54 : Châssis ICC7 : voie Y : réjection des sous-porteuses.

NOTE Sur le schéma 54, dans un souci de clarté, les transistors TV27 et TV29 ont été inversés, mais on vérifie aisément que le principe de fonctionnement est conservé.

Sur la platine repérée VV28 est monté un réjecteur centré sur 4,43 MHz réalisant le réjecteur PAL. La ligne à retard de 390 ns assure la remise en phase de Y avec les signaux (R-Y) et (B-Y).

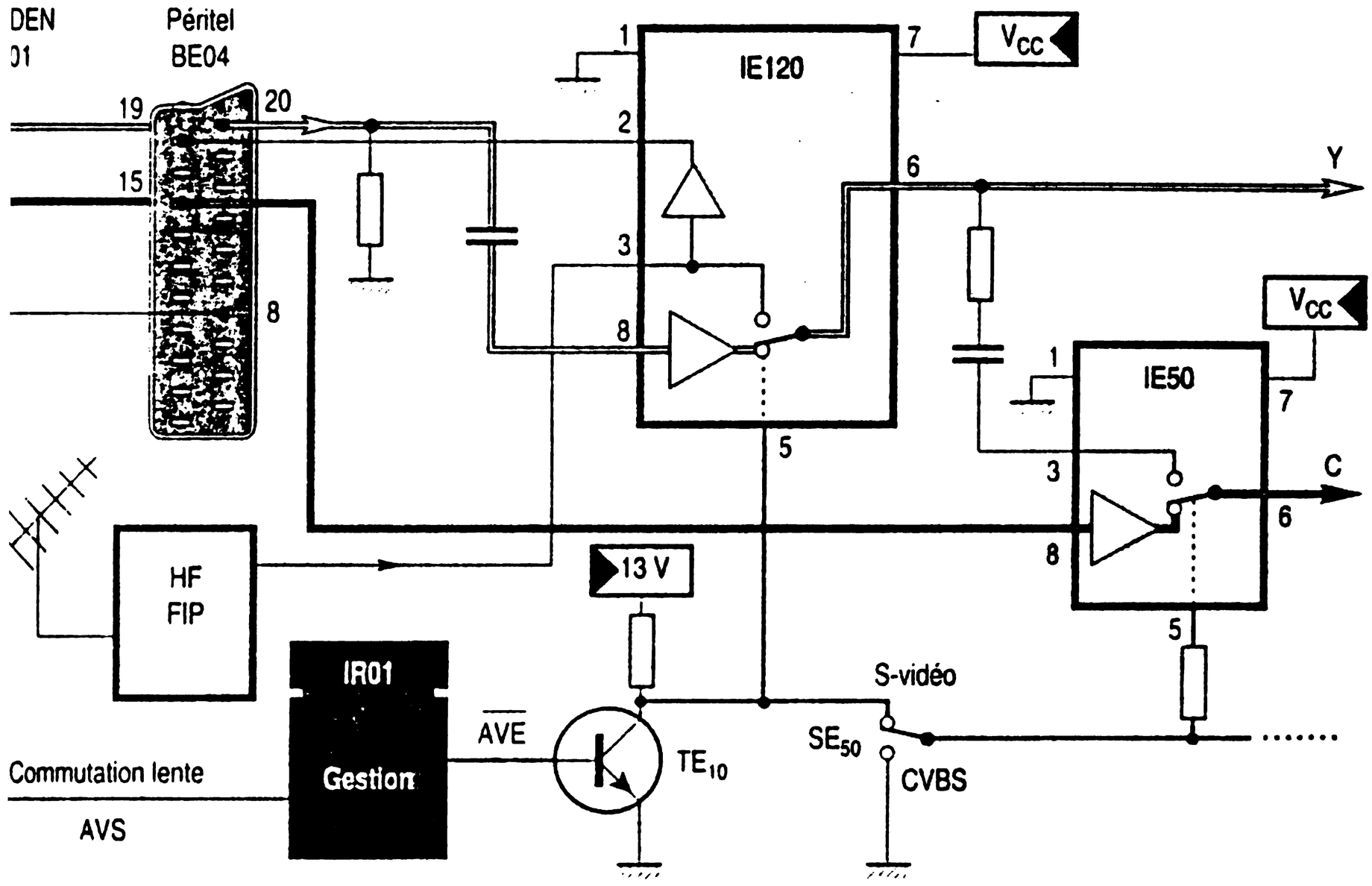
Commutation en mode S-VIDEO (ICC7 – THOMSON)

Voie chrominance C

En mode S-VIDEO, le signal C issu de la prise S-VIDEO (ou de la broche 15 de la Péritel) est transmis *via* IE50 (TEA2014) de la platine SCI2020 et appliqué sur le connecteur BC02 en entrée du filtre passe-bande chrominance (fig. 55).

Pour que la liaison soit assurée (conformément à la situation représentée sur le schéma), une tension d'environ 10 V doit être présente sur la broche 5 de IE50. Le transistor TE10 doit alors être bloqué, sa base étant positionnée à un niveau bas par le microcontrôleur de gestion.

La composante chrominance est alors naturellement disponible en CC et est appliquée broche 20 du circuit IV01 (TA8659)pour être identifiée et traitée.

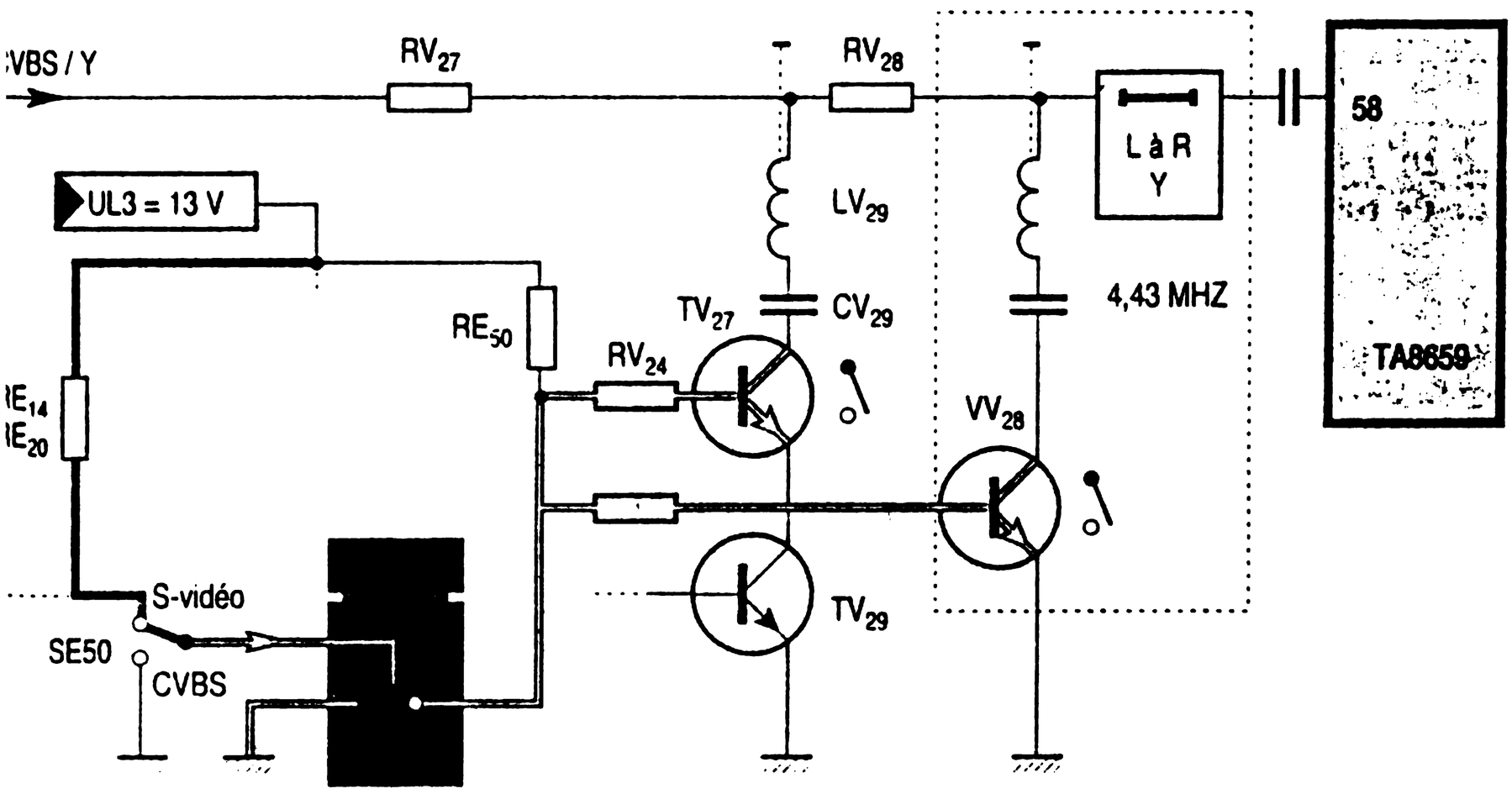


5 : Châssis ICC7 : commutation CVBS/S-vidéo.

Voie luminance Y

Il est nécessaire de supprimer l'effet des réjecteurs de sous-porteuse de la voie luminance lorsque les signaux à traiter sont à la norme S-VIDEO (fig. 56).

Les transistors TV27 et VV28 doivent être bloqués en mode S-VIDEO.



6 : Châssis ICC7 : en S-vidéo, l'action des réjecteurs de sous-porteuse est supprimée dans la voie Y.

Décodage chrominance C (ICC7 – THOMSON)

On utilise un décodeur multistandard, sous-ensemble intégré au composant TA8659. Seules les possibilités de décodage du PAL et du SECAM sont étudiées.

REMARQUE Le TA8659 est un *jungle* multifonctions. Il peut être décomposé en 4 sections :
- une section luminance,
- une section chrominance PAL / SECAM / NTSC,
- une section asservissement vidéo et commutation rapide,
- une section service (oscillateurs de balayage).

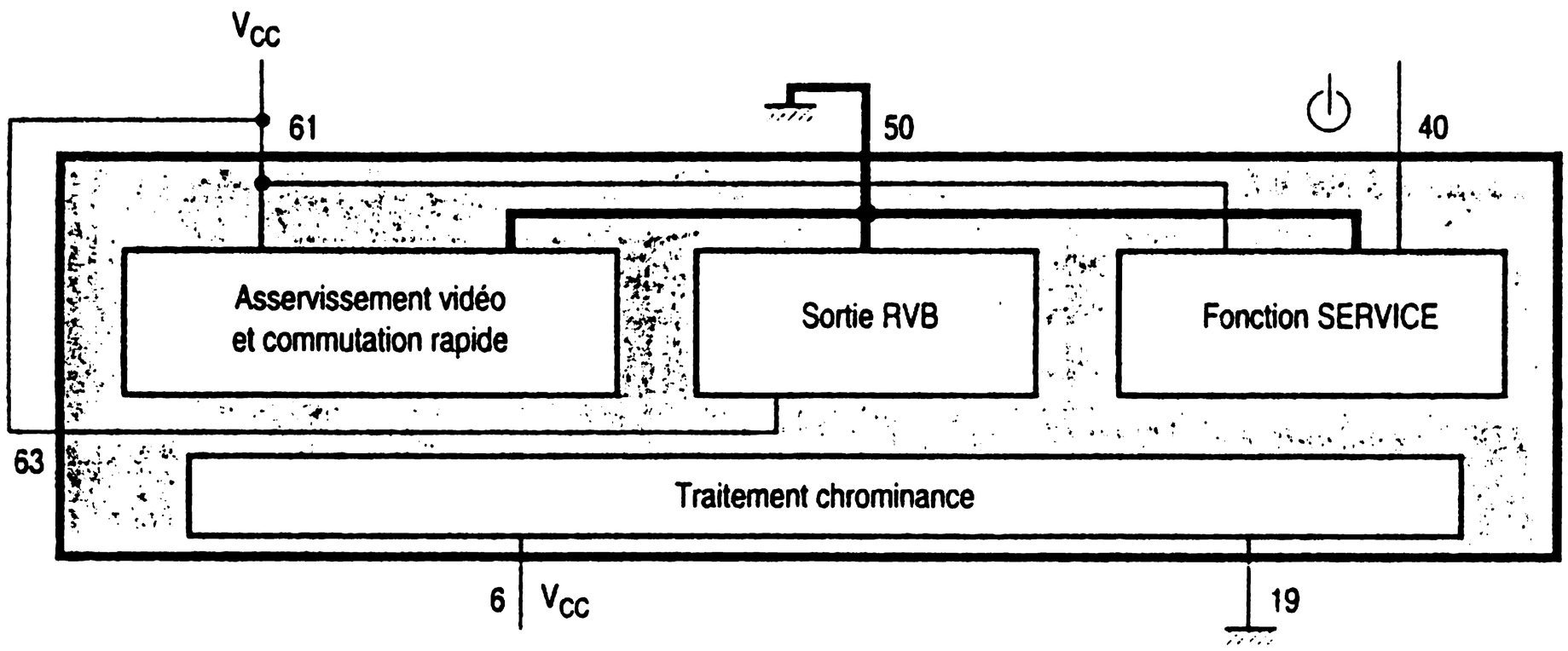


Fig. 57 : TA8659 : organisation des alimentations.

La figure 57 montre les alimentations des différentes fonctions intégrées au circuit TA8659 ou TA8751. L'alimentation broche 40 est spécifique aux oscillateurs ligne et trame de la fonction service. La mise en veille du téléviseur est obtenue quand la broche 40 n'est plus alimentée.

Étude de fonctionnement

Selon le codage PAL ou SECAM, la composante chrominance entre sur la broche 18 en SECAM (CCS issue du circuit cloche) et sur la broche 20 en PAL (CC issue du filtre passe-bande). La composante codée PAL est amplifiée au travers d'un circuit ACC, la tension de contrôle étant mémorisée par le condensateur CC47 broche 16 du TA 8659.

Identification de standard

En absence de chrominance, un cycle de recherche est généré à partir de l'oscillateur 4,43 MHz.

Les éléments extérieurs branchés broche 25 du TA8659 participent à l'élaboration de la fréquence libre du VCO (qui peut être considérée comme le point central de la plage de capture).

Les salves issues du VCO sont injectées sur les circuits d'identification PAL/NTSC. Quand le standard PAL est identifié, le résultat est mémorisé broche 22 par le condensateur CC57 (Umémoire ≥ 10,9 V).

L'identification SECAM est réalisée en mesurant la *salve* de sous-porteuse Fo_B = 4,250 MHz. Le circuit d'accord (LC54 et CC54) nécessaire à l'identification est câblé broche 24. Quand le standard SECAM est identifié, le résultat est mémorisé broche 23 par le condensateur CC58 (Umémoire ≥ 9 V).

Logique de commande

Une scrutation cyclique des tensions aux bornes des capacités mémoires informe la logique de commande interne au circuit TA8659 :

- les étages correspondant au standard identifié sont autorisés à fonctionner,
- si le standard PAL est identifié, la boucle PLL est verrouillée sur la phase du *burst*,
- on vérifie que les broches 10, 11, 21 sont commutées en sortie,

on vérifie également les tensions mesurées à celles du tableau suivant.

N° de broche du TA8659	Broche 10	Broche 11	Broche 21
PAL	6 V	6 V	2 V
SECAM	6 V	2 V	2 V

REMARQUE Quel que soit le standard identifié, les salves du VCO à 4,43 MHz sont maintenues. D'autre part, les broches 10, 11 et 21 peuvent être utilisées en entrée pour forcer le portier. Les tensions sont celles indiquées par le tableau suivant.

N° de broche du TA8659	Broche 10	Broche 11	Broche 21
PAL	6 V	6 V	6 V
SECAM	6 V	0 V	6 V

Démodulation PAL

La sous-porteuse 4,43 MHz régénérée par le PLL (référencé par le quartz 4,43 MHz) doit être asservi en phase par le *burst* prélevé par un circuit *porte de burst*, le condensateur CC51 broche 17 étant nécessaire au fonctionnement de la porte. L'explication peut être basée sur les équations de fonctionnement des démodulateurs synchrones.

Démodulation SECAM

Le principe mis en œuvre *recopie* l'enchaînement original de traitement SECAM étudié dans le paragraphe « Codage, décodage SECAM ». Il utilise un permutateur (fig. 15).

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

La voie retardée est identique à la voie PAL. LC13, CC13 règle le démodulateur D'b. LC17, CC17 règle le démodulateur *D'r*.
Le signal de différence B-Y est disponible broche 64.
Le signal de différence R-Y est disponible broche 2.

Remarque à propos du sandcastle

Le signal de *sandcastle* (SSC) est généralement utilisé pour :
• réaliser l'extraction des salves SECAM ou du *burst* PAL pour permettre l'identification couleur,
• asservir les circuits de traitement vidéo :
effacement lors des retours ligne,
effacement lors des retours trame,
aligner les signaux Y et R-Y, B-Y,
aligner les signaux RVB.

Le circuit TA8659 intègre toutes les fonctions de traitement luminance et chrominance ainsi que les asservissements vidéo, de sorte qu'il devient pratiquement superflu de générer un signal de *sandcastle* (signal de service) à l'extérieur du circuit intégré TA8659. Néanmoins, il est nécessaire de fournir au circuit TA8659 les informations équivalentes à celles contenues dans le *sandcastle*. Ces informations sont mises en forme et disponibles broches 35 et 38 du circuit intégré.

MATRIÇAGE RVB (INCRUSTATION – INDEXATION)

Actuellement, on peut dire que, quelle que soit l'origine ou la conception d'un téléviseur analogique, lorsque le décodage couleur C et le traitement luminance Y sont réalisés, nous disposons à chaque instant des informations :
• Y (luminance),
• R-Y (signal de différence rouge),
• B-Y (signal de différence bleu).
Le but est de reconstituer les signaux primaires RVB.

Rappels théoriques : contenu du signal de luminance :

$$Y = 0{,}3R + 0{,}59V + 0{,}11B.$$

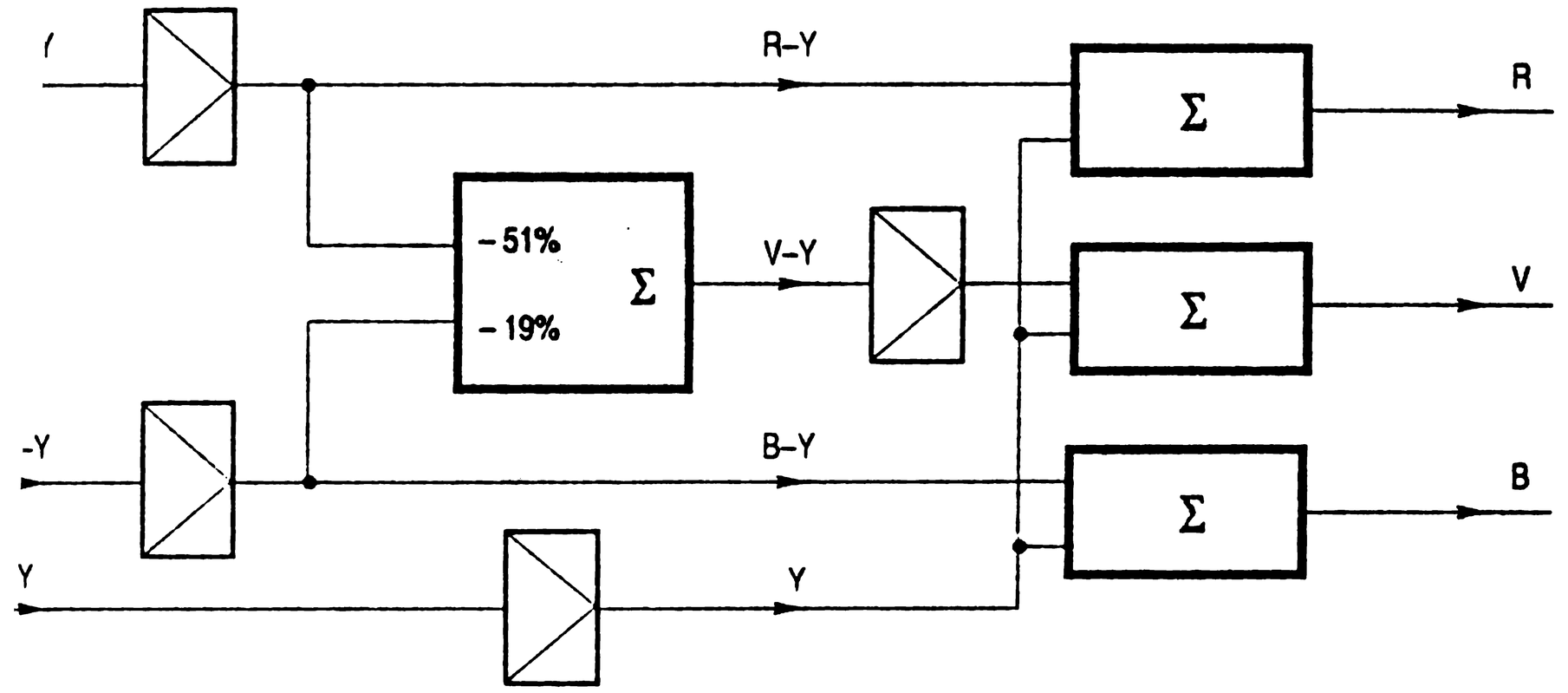
Le signal de différence vert n'étant pas transmis, il est possible de le calculer :

$$V - Y = -0{,}51\ (R\text{-}Y) - 0{,}19\ (B\text{-}Y)$$

L'architecture des circuits est donnée figure 58.

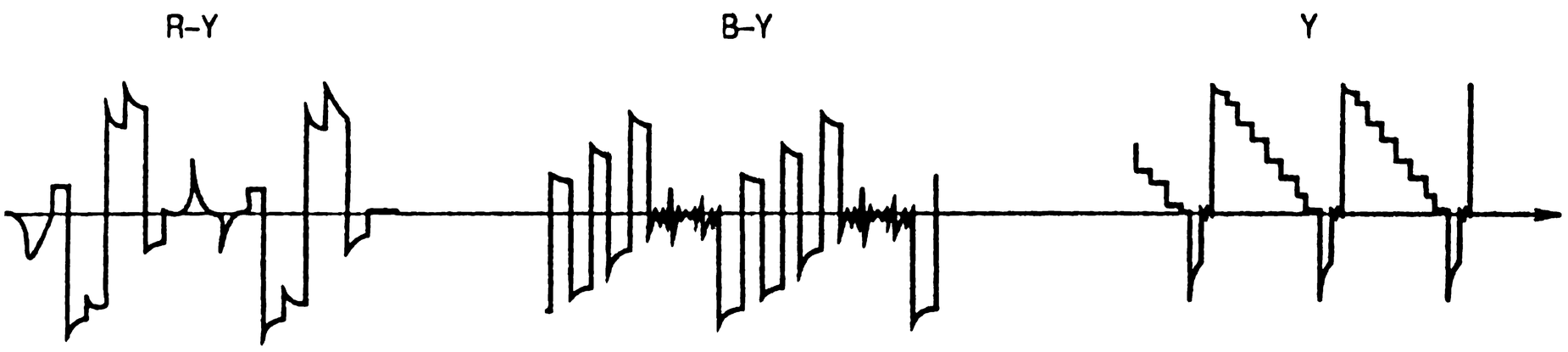
REMARQUE IMPORTANTE

Valeur moyenne d'un signal
Un signal vidéo, (Y, R-Y, B-Y ou RVB) n'est pas symétrique par rapport au zéro (alors qu'en comparaison, un signal audio est à valeur moyenne nulle).



3 : Matriçage, obtention des signaux R, V, B.

REMARQUE Les chronogrammes de la figure 59 montrent R-Y et B-Y avec une valeur moyenne nulle. Ce cas est particulier à la mire normalisée de barres. Le signal Y est aligné à zéro sur les paliers de retour ligne (ce qui correspond à l'extinction du courant de faisceau).



59 : La valeur moyenne de Y n'est pas restituée.

À l'information vidéo correspond une valeur moyenne encore appelée *composante continue*, variable selon le contenu de chaque ligne. Dans l'exemple suivant (fig. 60), la valeur moyenne du signal Y est représentée par le pointillé. La valeur moyenne de Y pour chaque ligne dépend de la quantité de blanc dans l'image.

Généralement, les liaisons entre les étages (amplificateurs) de la voie vidéo sont réalisées par des condensateurs de liaison. Si une telle structure est parfaitement appropriée au traitement d'un signal audiofréquence, il n'en est plus de même lors du traitement des signaux vidéo ; la valeur moyenne du signal n'est plus transmise. Or, la valeur moyenne d'un signal vidéo sur une ligne (par exemple, la valeur moyenne de Y) représente le courant de faisceau moyen pendant la ligne, c'est à dire la valeur moyenne de la lumière émise par les luminophores !

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

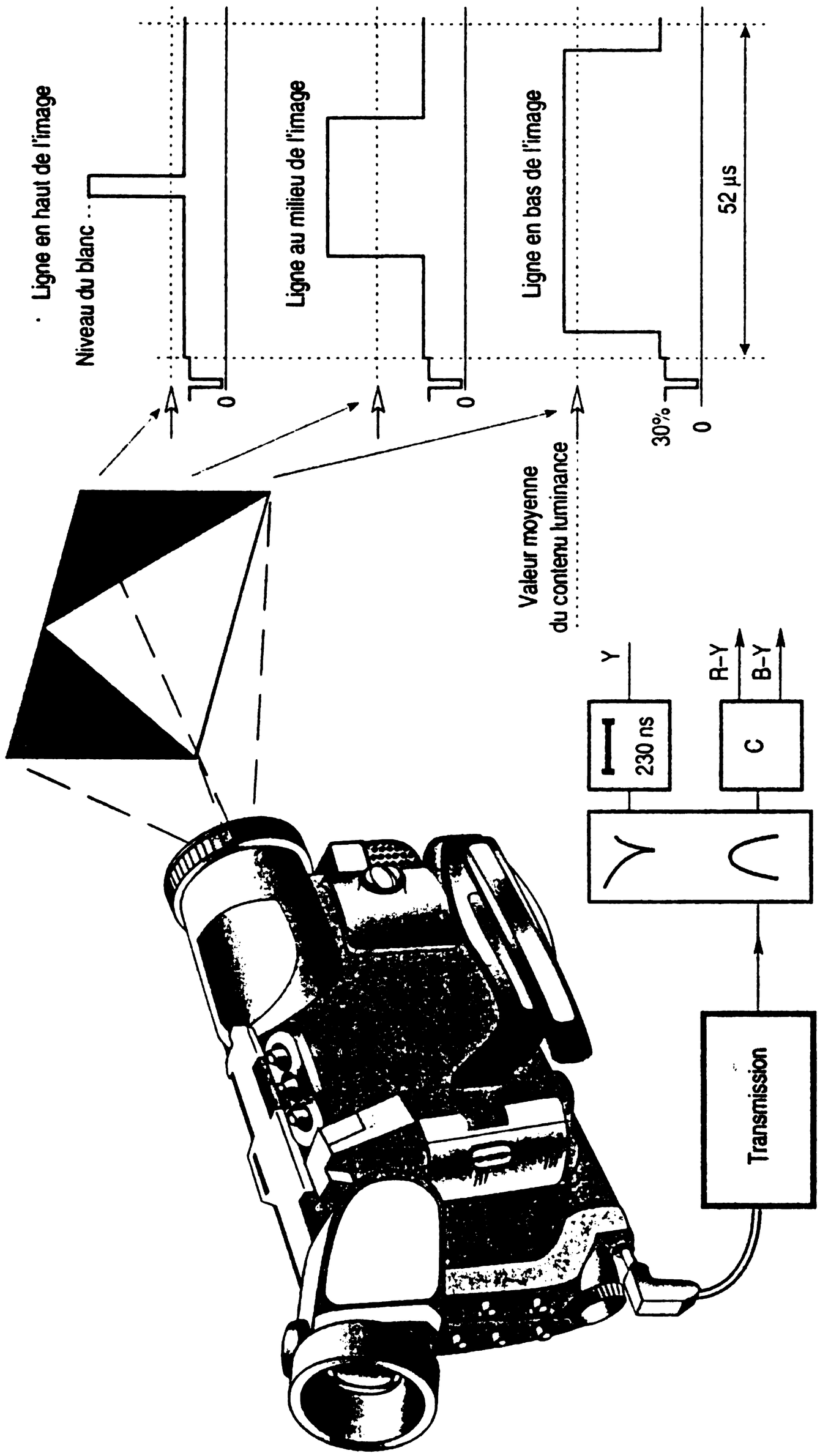
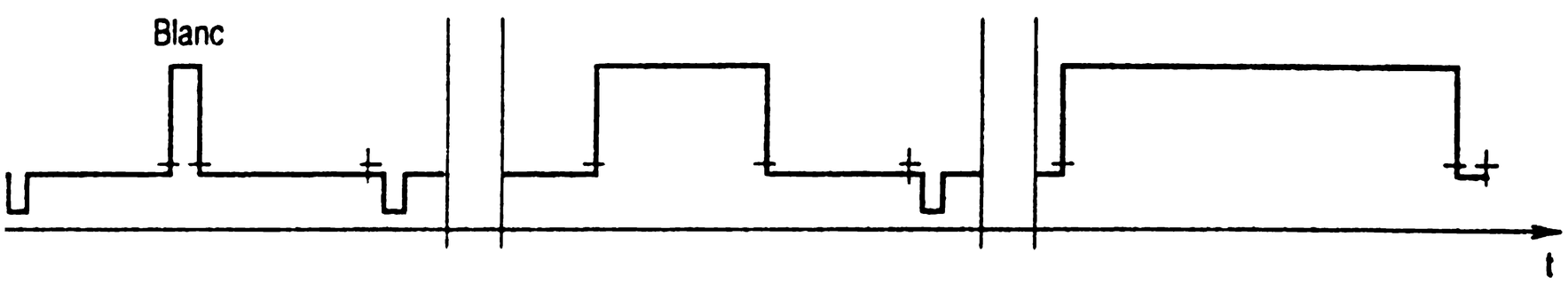
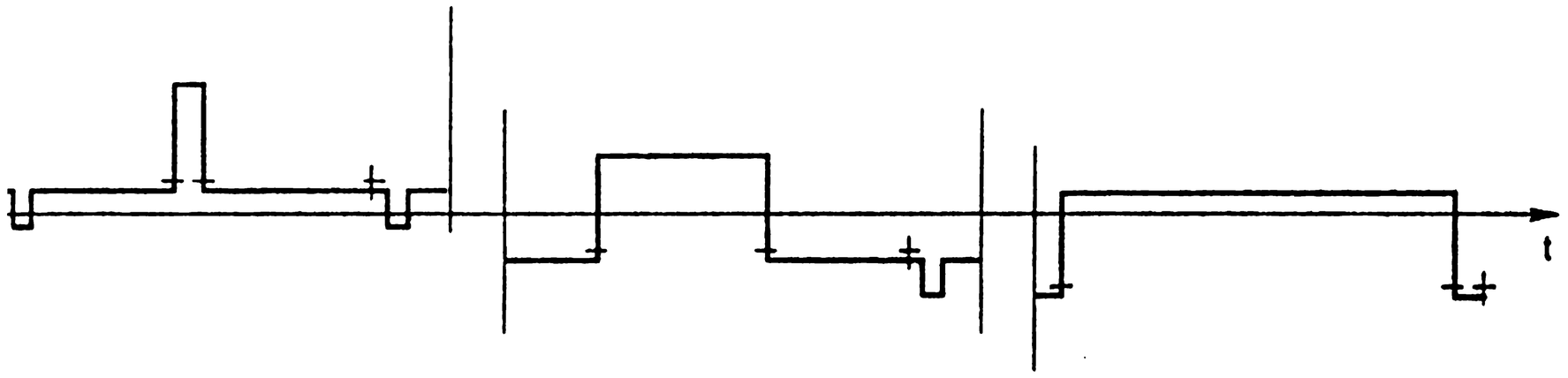


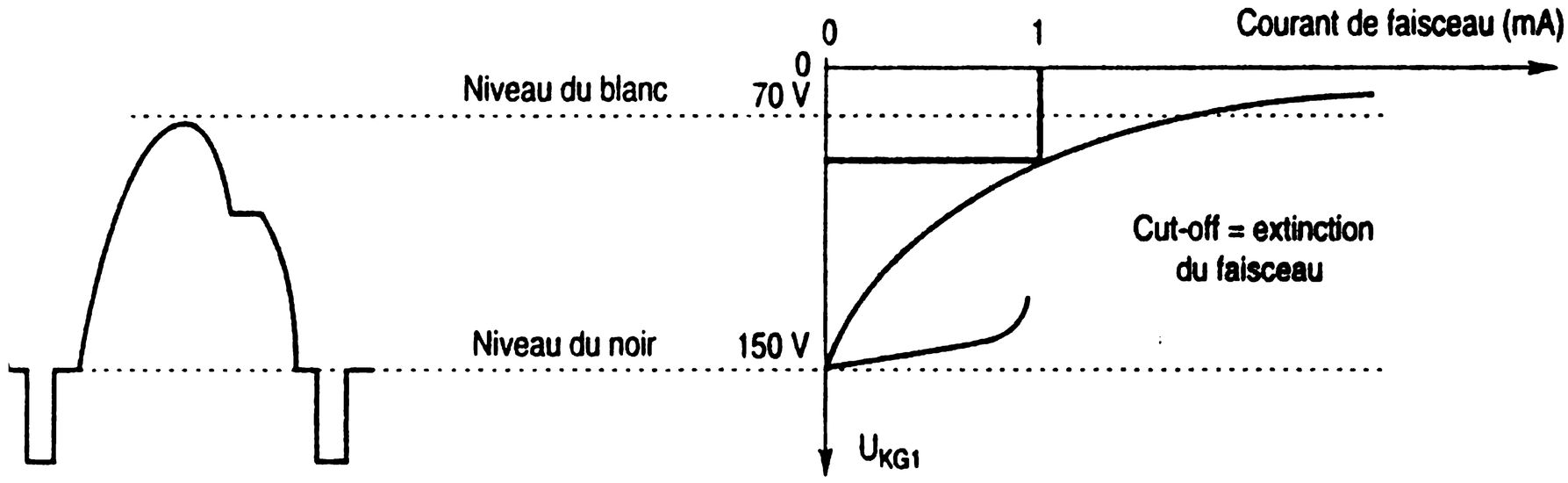
Fig. 60 : Analyse du contenu luminance Y de 3 lignes de l'image du triangle blanc sur fond noir.

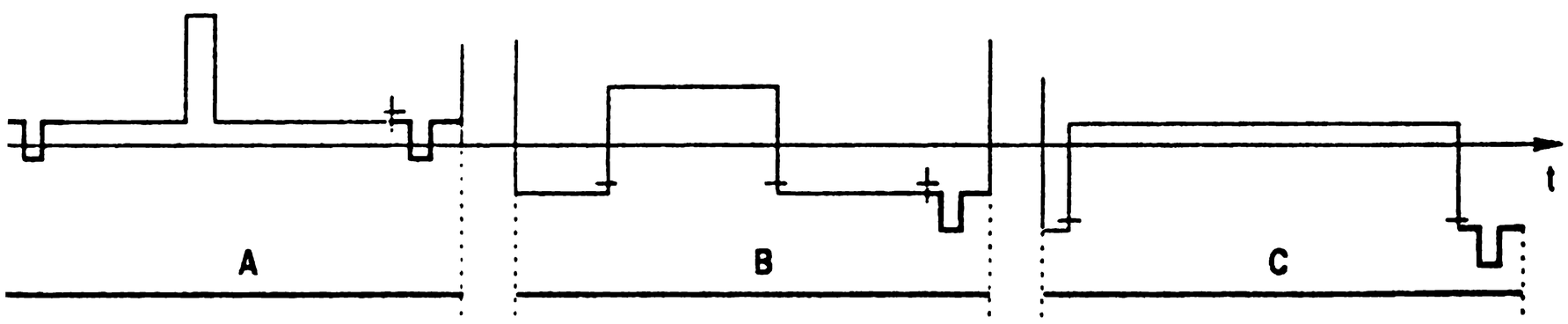




: *La valeur moyenne dépend de la « quantité de blanc » dans l'image.*

Dans l'exemple de la figure 61, la valeur moyenne varie en fonction de la durée du blanc dans chaque ligne de la trame :
• la figure A tient compte de la valeur moyenne si elle était restituée,
• la figure B montre quelle est la conséquence sur le signal lui-même d'une perte de valeur moyenne.
Il faut dire que la situation est représentée ligne par ligne. En réalité, la perte de valeur moyenne est progressive et il faudrait au moins considérer un temps supérieur à 5 constantes de temps du circuit RC, constitué par la capacité du condensateur de liaison et la résistance d'entrée de l'étage suivant, avant une perte totale de transmission de la valeur moyenne.





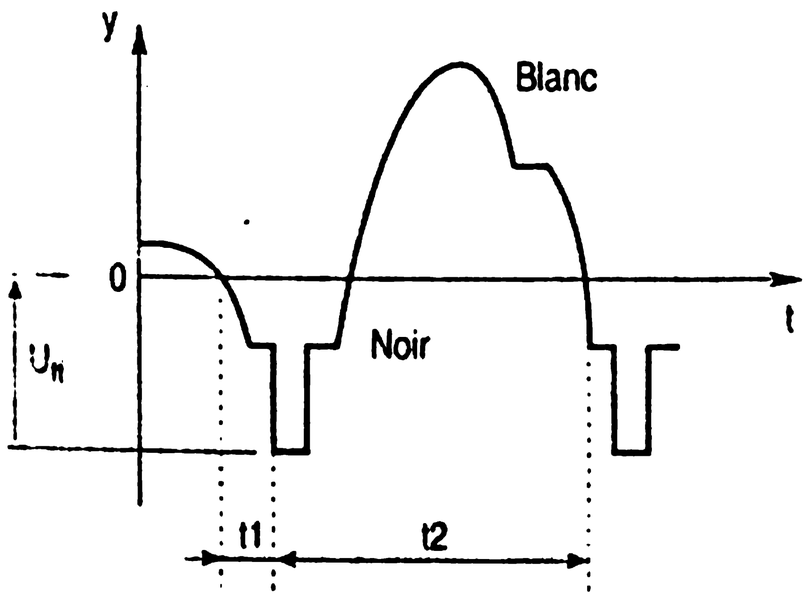
: *La commande du tube cathodique n'est convenable que si la valeur moyenne est normalement*
ie.

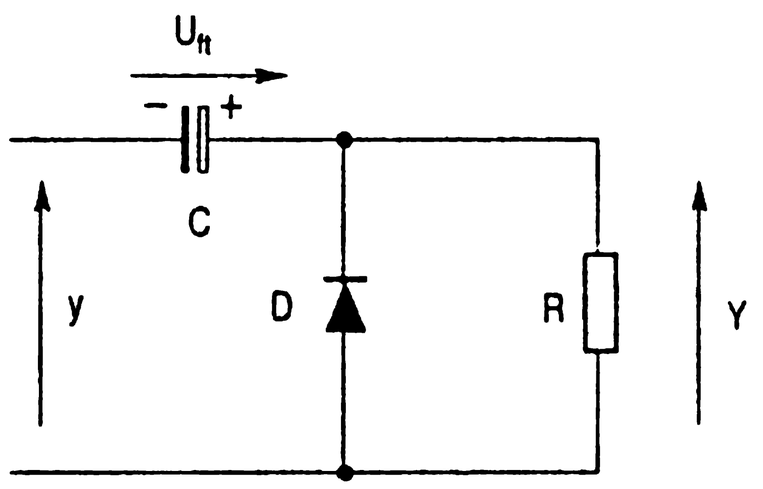
La figure 62 reprend la caractéristique de commande du tube cathodique : le noir ne peut être rendu que si le signal vidéo est caractérisé par une faible valeur moyenne. À l'extrême, la ligne C n'est pas correctement reproduite : le blanc est rendu en gris trop sombre.

Clamp : restitution de la valeur moyenne d'un signal

Principe de l'alignement

Considérons la figure 63 :





ig. 63 : Alignement du signal Y sur le fond de top ligne.

- le signal vidéo est à la valeur moyenne nulle,
- la consommation de courant dans R est relativement faible,
- la constante de temps RC est grande devant la durée d'une ligne.

Quand la partie négative du signal vidéo est appliquée à l'entrée du circuit, la diode D devient passante et le condensateur C se charge à la valeur des *fonds de top* de synchronisation ligne et ce, pendant la durée t1. Quand la tension à l'entrée du circuit remonte, la diode D se bloque. La tension Y aux bornes de R, disponible en sortie, est la somme de la tension vidéo d'entrée y et de la tension aux bornes du condensateur Uft. La décharge lente de C au travers de R maintient aligné le signal vidéo sur le fond de *top*.

Limites du système

L'alignement est mal régénéré à la ligne suivante dans la mesure où C risque d'être insuffisamment déchargé compte tenu du choix de la constante de temps RC >> 1/FL (période ligne).
Si une impulsion parasite importante est mélangée au signal vidéo, l'alignement se fera sur le fond de l'impulsion parasite et la valeur moyenne du signal ne sera par correctement restituée.

Clamp

Afin de réduire les défauts constatés ci-dessus, on réalise, ligne après ligne, un alignement synchronisé ou *clamp* :

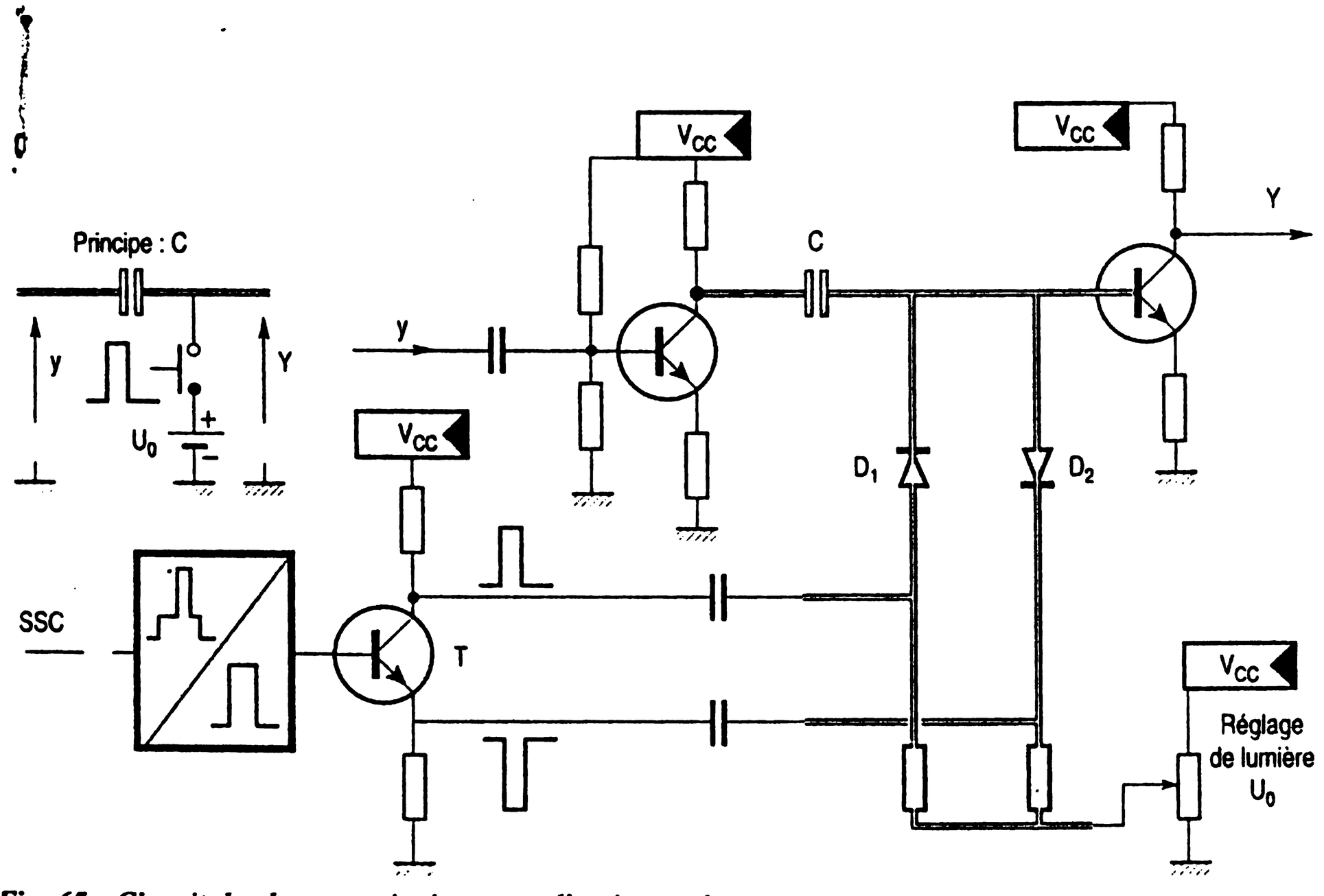


Fig. 65 : Circuit de clamp : principe et application typique.

Application à une organisation fonctionnelle typique

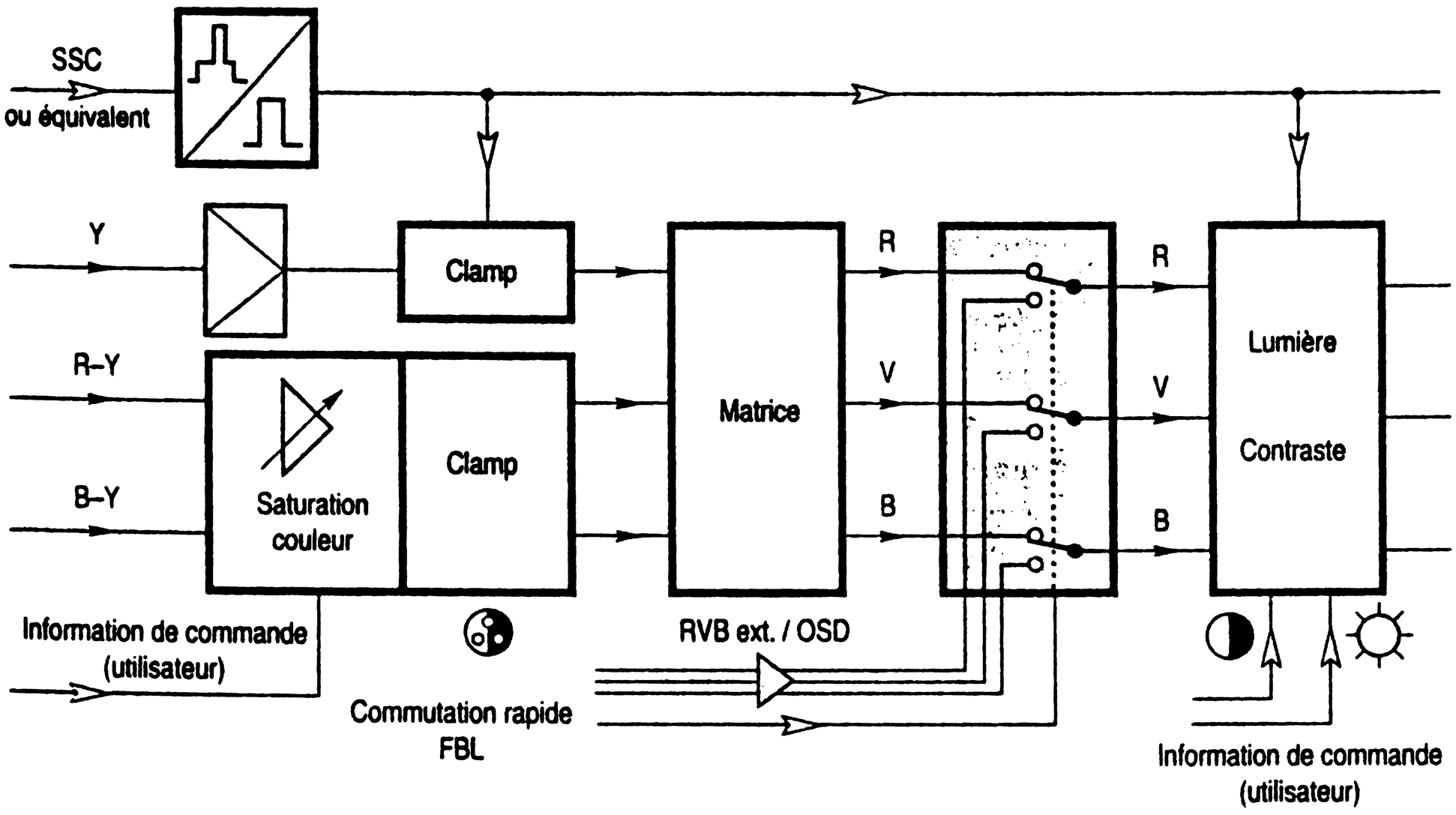


Fig. 66 : Organisation de l'ensemble des circuits de matriçage et d'indexation.

Incrustation de données dans l'image

Les données à incruster peuvent être d'origines diverses :
• logo (France 2, Canal +, AV1, etc.) ou compte rendu des réglages effectués par l'utilisateur (*mute* son, réglage volume, etc.). Ces informations sont générées par la gestion (sur les châssis de base) et (ou) par l'interface télétexte sur les châssis plus complets (fonction repérée 2),
• sous-titrage télétexte : ces informations (par exemple, à destination des malentendants) sont accessibles à l'utilisateur lorsque le récepteur de télévision est équipé de l'interface télétexte,
• PIP ou POP quand le châssis est équipé de l'interface nécessaire à la compression des données vidéo et lorsqu'on dispose de source de signaux vidéo supplémentaires, etc.

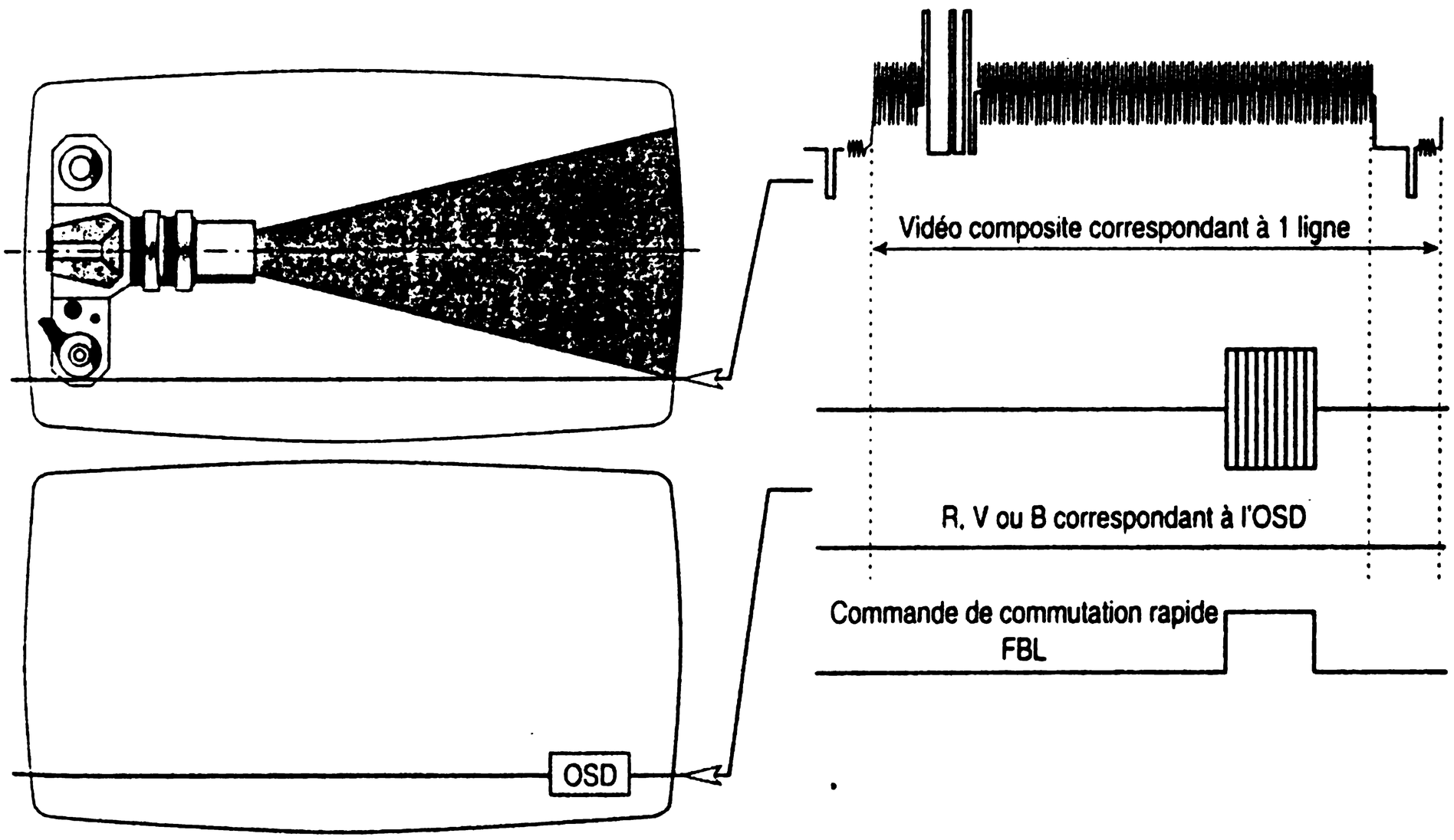


Fig. 67 : Incrustation « OSD » dans l'image principale et signaux associés.

Les informations à incruster sont sous la forme de signaux RVB. Ces signaux remplacent les composantes primaires RVB issues des circuits de traitement vidéo.
La commande de commutation est appelée commutation rapide ou *fast blanking* FBL. Cette commande, permettant d'ouvrir une fenêtre dans l'image, est fabriquée par le circuit d'interface produisant les signaux RVB à incruster (fig. 67).

Indexation des signaux RVB

Indexer les signaux RVB, c'est affecter à ces signaux les grandeurs électriques caractéristiques des réglages effectués en usine (réglages moyens) ou effectués par l'utilisateur.

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

Réglage de lumière

Une augmentation de lumière sur l'écran est due à une augmentation de la valeur moyenne du courant de faisceau. À cette augmentation du courant de faisceau correspond une augmentation de la valeur moyenne (composante continue) des signaux RVB. L'indexation est réalisée par un circuit de *clamp* dont on fait varier la tension de consigne donnée par le potentiomètre de lumière (*cf.* fig. 65).

Réglage de contraste

Augmenter le contraste, c'est augmenter la dynamique des signaux RVB. Il est nécessaire de faire varier le coefficient d'amplification des préamplificateurs RVB (*cf.* fig. 66).

Réglage de saturation des couleurs

Augmenter la saturation revient à augmenter l'amplitude des informations de chrominance tout en maintenant constante l'amplitude de luminance (*cf.* fig. 66).

TRAITEMENT NUMÉRIQUE DE Y ET C (FORMAT 4/3 ET FORMAT 16/9)

Mise en situation

Tube cathodique et image de même format

Le récepteur est équipé d'un tube 4/3 et l'image diffusée est au format 4/3 : la géométrie est respectée.
Le récepteur est équipé d'un tube 16/9 et l'image diffusée est au format 16/9 : la géométrie est respectée.

Tube cathodique 4/3 et image 16/9

On considère que le récepteur est équipé d'un châssis de base : la géométrie ne peut plus être respectée. L'image est comprimée horizontalement (fig. 68).

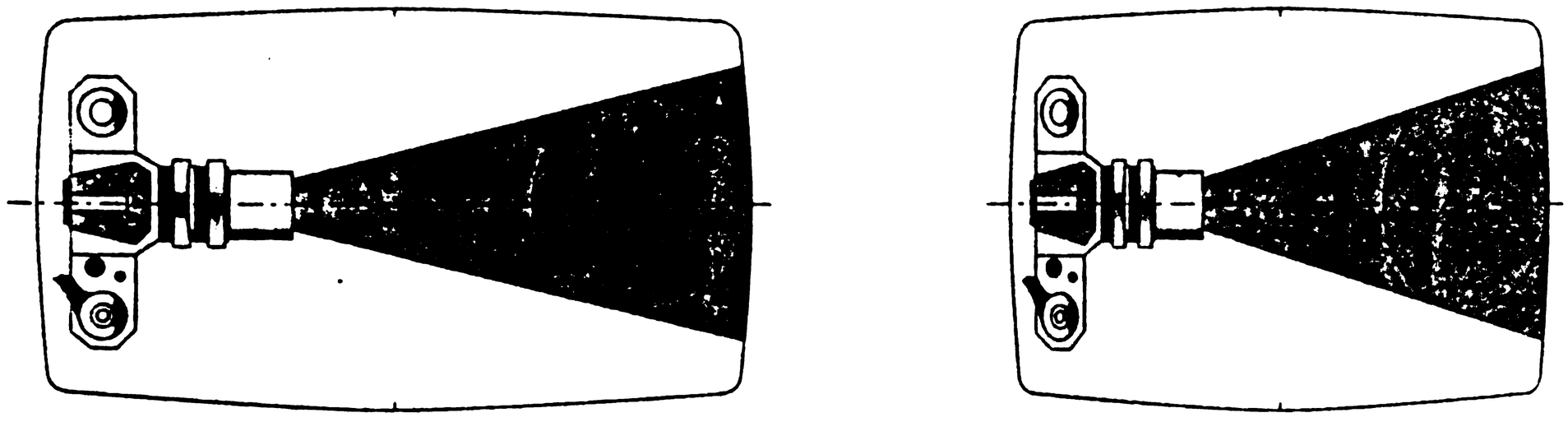


Fig. 68 : L'image 16/9 reproduite sur un tube 4/3 est comprimée horizontalement : le cercle devient une ellipse.

Pour restituer la géométrie de l'image (fig. 69), il faut pouvoir :
• réduire l'amplitude du balayage trame. Une bande noire est visible en haut de l'écran ainsi qu'une bande noire en bas de l'écran,
• couper les bords est et ouest de l'image de façon à réduire le contenu ligne de 1/3.

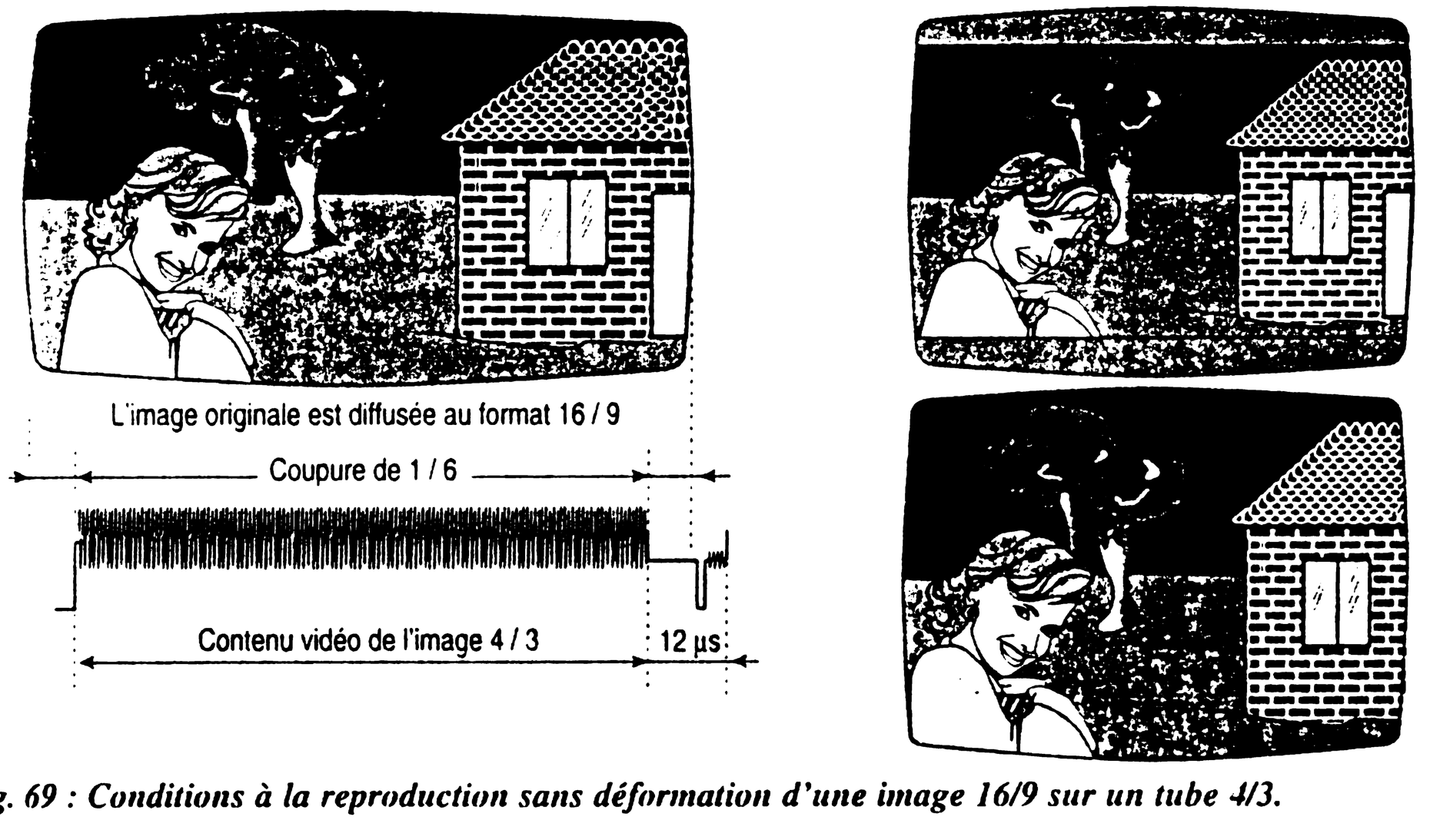


Fig. 69 : Conditions à la reproduction sans déformation d'une image 16/9 sur un tube 4/3.

Tube cathodique 16/9 et image 4/3

Pour conserver la linéarité, le châssis doit permettre de reproduire une image au format 4/3 (fig. 70).

Deux solutions peuvent être envisagées :
• augmenter l'amplitude de balayage trame d'un tiers (surbalayage). Les parties nord et sud de l'image sont perdues (cependant on accroît le confort de vision lors de la diffusion d'un film CinémaScope),
• réaliser une compression temporelle d'un tiers des informations vidéo de chaque ligne. Il apparaît alors deux bandes grises sur les bords est et ouest du tube.

Pour réaliser la compression du signal vidéo (à fréquence ligne), calculer par interpolation le nouveau contenu du signal vidéo composite (CVBS-FBAS) afin de conserver la définition (en ligne) de l'image et de ne pas altérer les transitions.
Pour permettre les calculs d'interpolation, on met en œuvre des circuits à échantillonnage ou des circuits numériques.

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

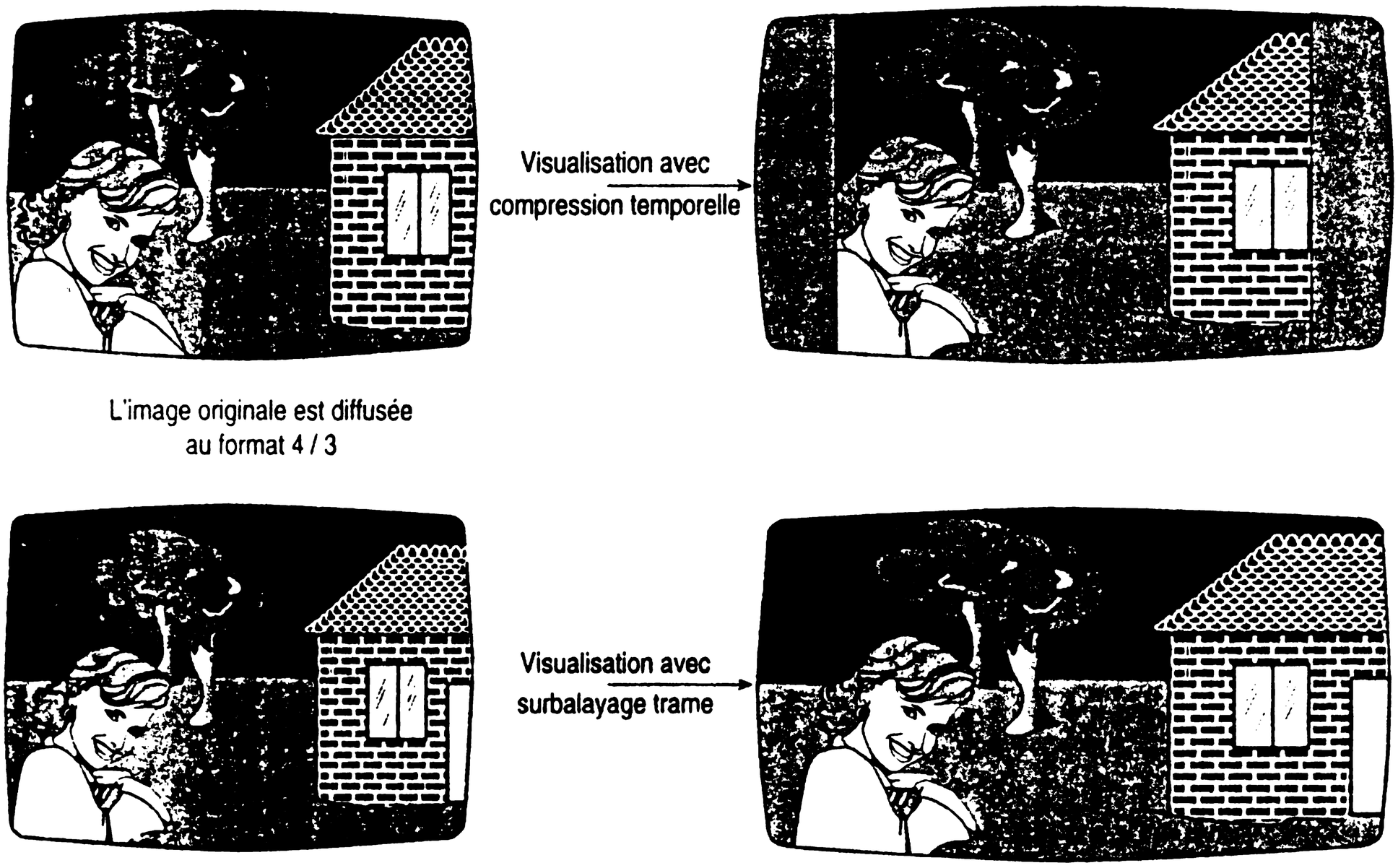


Fig. 70 : Conditions à la reproduction sans déformation d'une image 4/3 sur un tube 16/9.

Organisation des circuits

L'organisation fonctionnelle des circuits de traitement vidéo est conservée. Quand les structures de base sont numériques, des signaux de service sont nécessaires au fonctionnement des circuits.

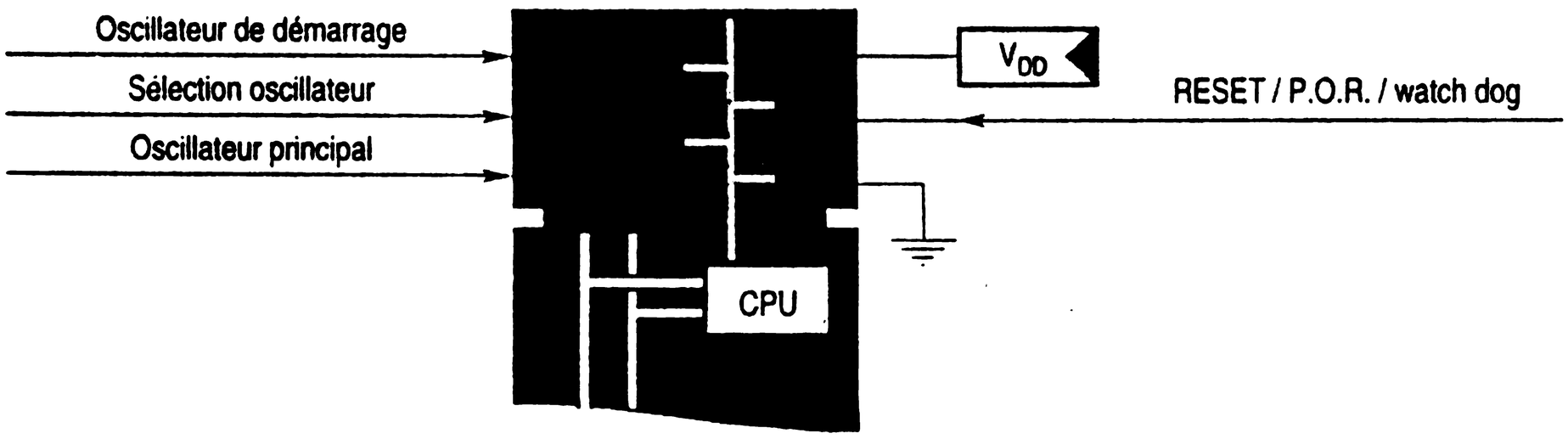
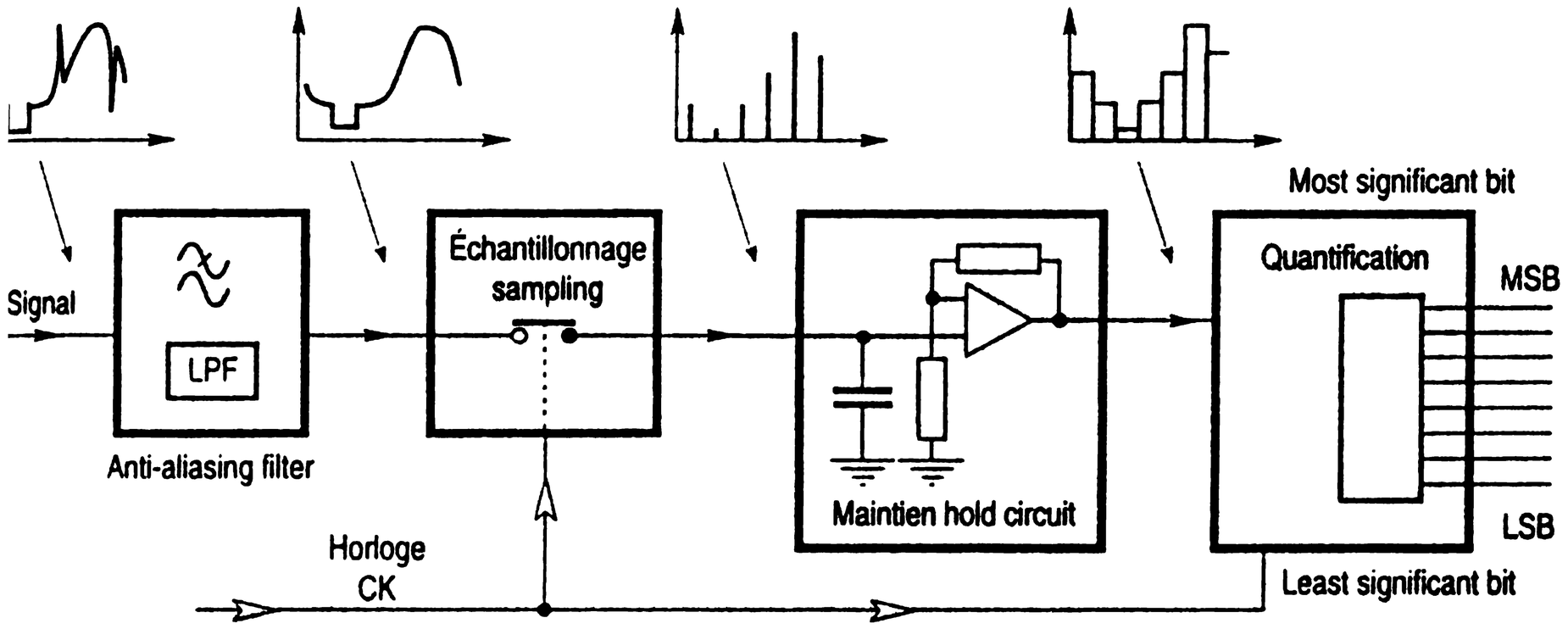


Fig. 71 : Représentation des circuits numériques mettant en évidence les signaux de service.

La partie numérisée du traitement des signaux vidéo peut être plus ou moins importante. Les solutions actuellement exploitées seront développées dans les paragraphes suivants.

Conversion analogique/numérique

Organisation fonctionnelle



72 : Éléments consécutifs d'un convertisseur analogique/numérique ou CAN.

Conditions de fonctionnement

Fréquence d'échantillonnage

La fréquence d'échantillonnage (*sampling frequency* – fs) doit être au moins égale à deux fois la fréquence maximale du signal à échantillonner (théorème de Shannon-Nyquist). En normes L et L', la fréquence maximale du signal vidéo est de 6 MHz. La fréquence d'échantillonnage doit être supérieure à 12 MHz.

En fait, la fréquence d'échantillonnage est choisie égale à un multiple entier de la fréquence ligne. Elle doit être au moins égale à deux fois la fréquence haute du spectre. On utilise des fréquences de 13,5 MHz ou encore 17,73 MHz selon les circuits utilisés actuellement.

REMARQUE Lorsque les signaux vidéo sont aux normes 525 lignes, 60 trames, la sous-porteuse NTSC est alors à la fréquence de 3,58 MHz ce qui permet une fréquence d'échantillonnage de 14,31 MHz.

Filtre d'anti-recouvrement (anti-aliasing filter)

Avant de procéder à l'échantillonnage, il est important de se prémunir contre les signaux dont les fréquences seraient au delà de la bande vidéo, afin de ne pas risquer d'introduire des erreurs de conversion (théorème de Shannon-Nyquist).

Ces éléments sont communs à tous les systèmes réalisant de l'échantillonnage.

Pour mémoire, on reverra l'utilisation des lignes à retard à transfert de charge CCD : un filtre passe bas est placé en entrée de chaque voie avant échantillonnage. La fréquence de coupure de ces filtres d'antirecouvrement est déterminée en fonction de la fréquence d'échantillonnage, elle même déterminée en fonction de la bande passante des signaux à traiter.

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

Alignement des signaux vidéo (clamp)

Avant d'échantillonner. il est nécessaire que soit fixée la valeur moyenne des signaux vidéo ainsi que leur dynamique.
La valeur moyenne est fixée par alignement synchronisé ou *clamp*. Le niveau du palier arrière des retours ligne doit être de 5,5 V (dans le cas du circuit de numérisation Intermetall, série Digi 2000) pour que le signal soit convenablement positionné par rapport à l'échelle de quantification des échantillons.

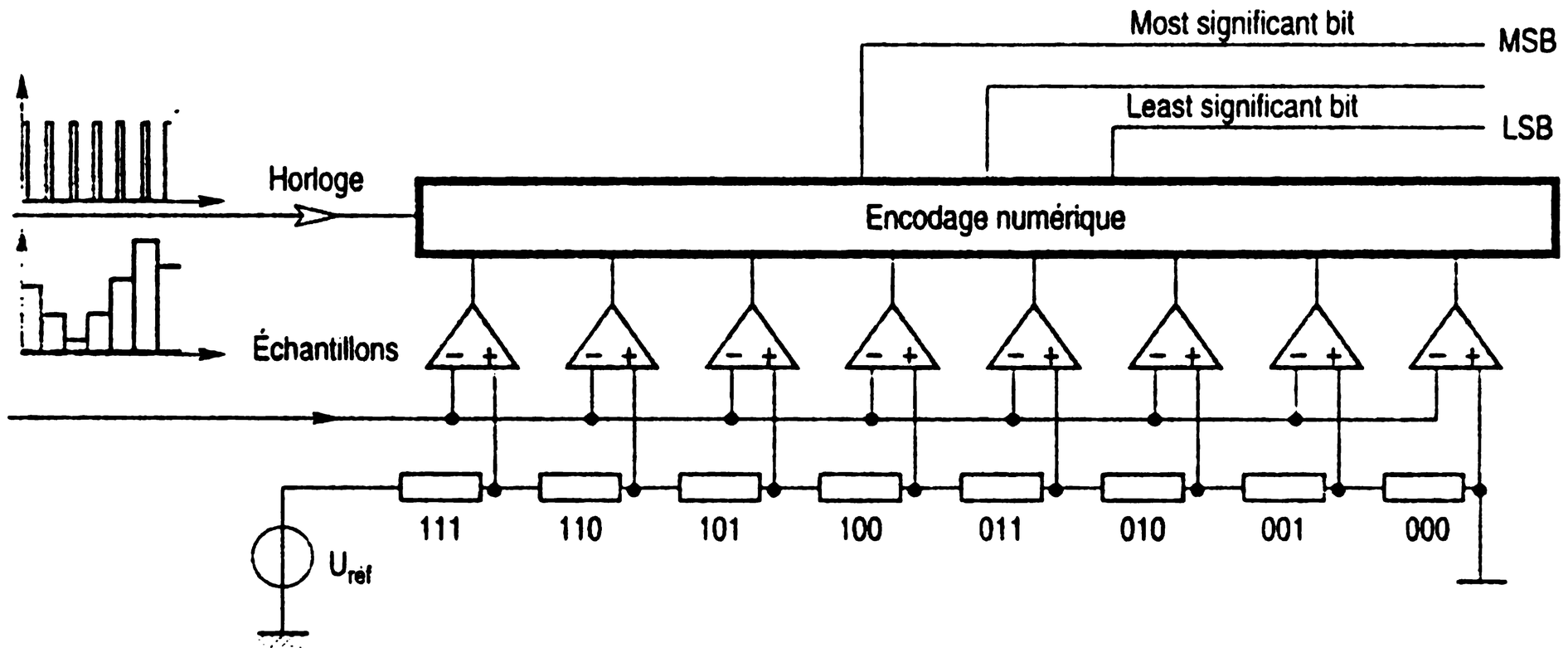


Fig. 73 : Schéma de principe d'un convertisseur flash.

Le schéma repéré (fig. 73) montre la structure d'un convertisseur *flash* 3 bits (pour l'exemple). Les échantillons sont appliqués aux entrées *inverseuses* des comparateurs. Sur les entrées *non-inverseuses* sont appliquées les tensions issues d'une source de tension de référence (interne au circuit).

On a noté le *poids binaire* de chaque comparateur. Pour que le convertisseur puisse fonctionner correctement, il faut que les échantillons aient une tension comprise entre 0 V et Uref, d'où la nécessité de *clamper* la valeur moyenne des signaux vidéo.
Revoir à ce sujet la fonction service et plus particulièrement le *clamp* réalisé sur la vidéo composite à l'aide des impulsions de *clamp* élaboré par le DPU (tome 2).

Principe de la compression de données

Énoncé du problème

L'image émise au format 4/3 doit être restituée dans les mêmes proportions sur un tube 16/9 (fig. 74).
La durée de l'information vidéo pendant une ligne doit être ramenée à 39 µs, soit une réduction d'un tiers.
Autrement dit, sur k fois 4 échantillons constituant une ligne, il ne faut restituer que k fois 3 échantillons.

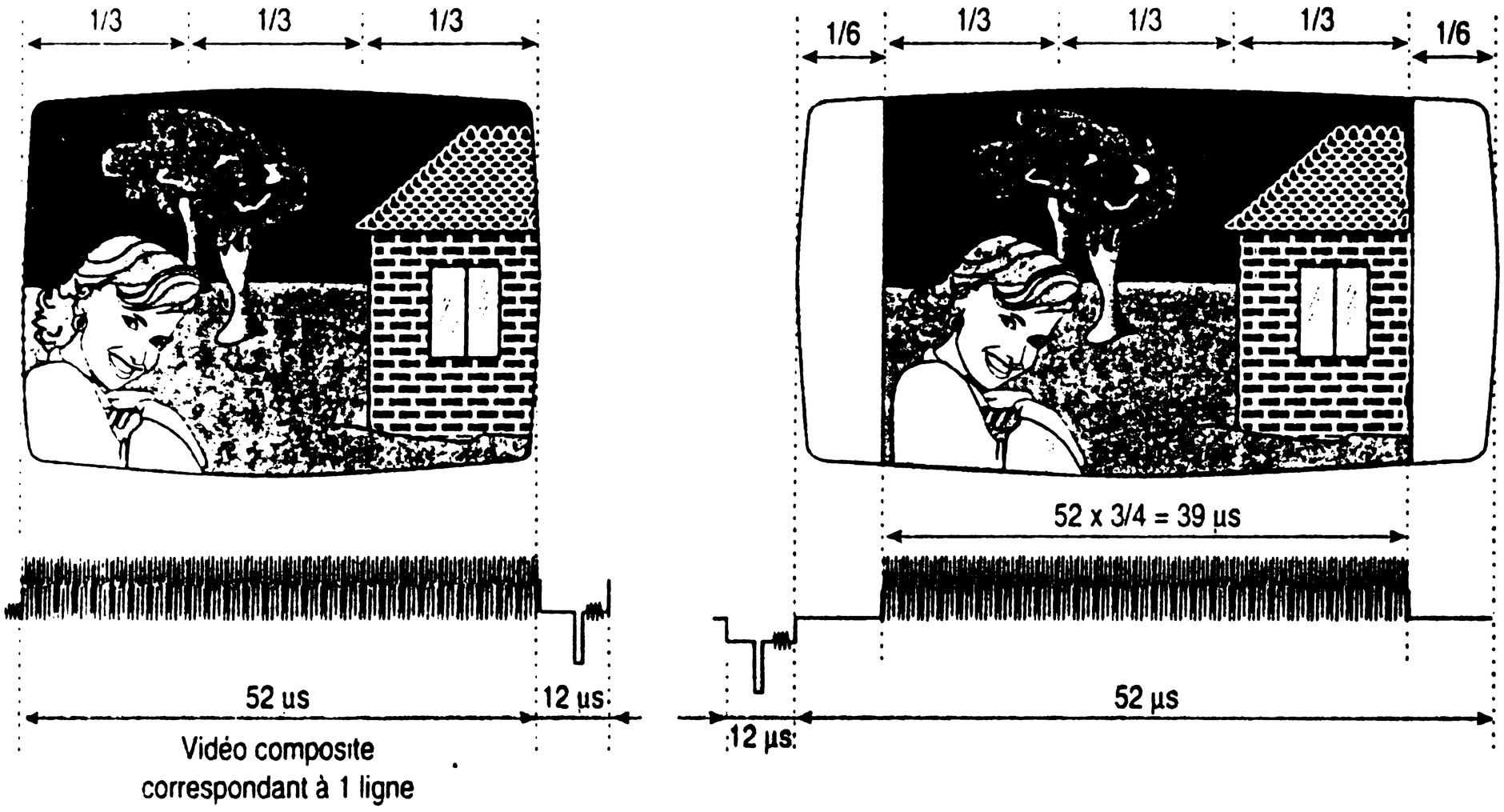


Fig. 74 : Pour reprendre l'image 4/3 sur un tube 16/9, la durée du contenu vidéo de chaque ligne doit être ramené de 52 µs à 39 µs.

Compression par interpolation du signal vidéo

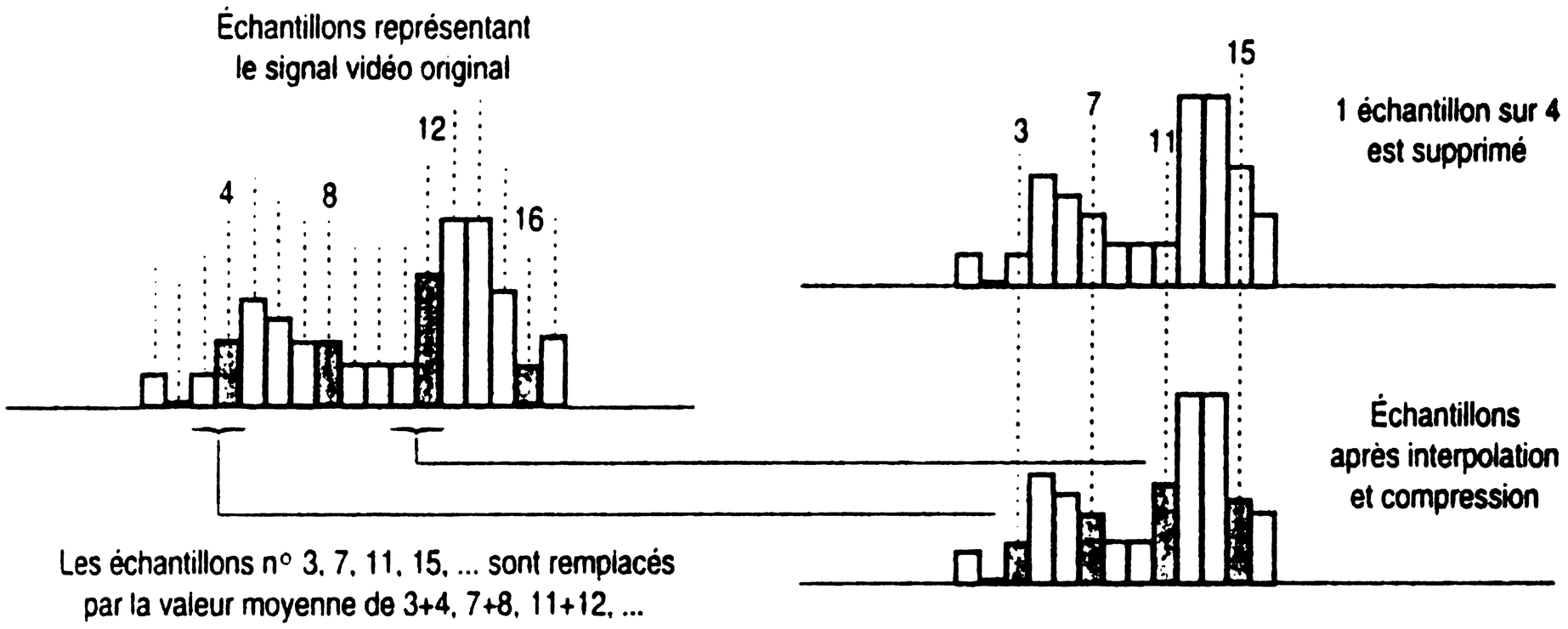


Fig. 75 : Principe de la compression temporelle par suppression et interpolation.

Le coefficient de compression est de 3/4 = 0,75.
Afin de ne pas dégrader le signal vidéo, après compression, un échantillon sur trois est le résultat du calcul d'interpolation : il représente la valeur moyenne des deux échantillons remplacés (fig. 75).
Une ligne provenant d'une image diffusée au format 4/3 et restituée sur un tube 16/9 comporte :
- k fois 3 échantillons si l'image est au format 4/3,
- k fois 4 échantillons si l'image est au format plein écran.

La définition horizontale est donc identique dans les deux cas.

Compression par relecture rapide des données en RAM

On considère toujours un coefficient de compression de 0,75.
Le principe consiste à mémoriser tous les échantillons quantifiés dans une mémoire de ligne (fig. 76) :
• l'acquisition des données (mémorisation des échantillons quantifiés) est réalisée au rythme de l'horloge fs (*sampling frequency = storage frequency*) ayant permis la conversion analogique/numérique (horloge du CAN). Le contenu de la ligne est donc stocké en 52 µs, temps égal à l'aller ligne,
• la restitution des données (lecture des échantillons quantifiés) est réalisée au rythme d'une horloge plus rapide telle que :
la fréquence de lecture RAM est égale à $f_r = (4 / 3)f_s$ (f_s – *sampling frequency*).

La durée initiale d'écriture d'une ligne en RAM étant de 52 µs, la durée de lecture de la même ligne sera de 0,75 fois 52 µs soit 39 µs !

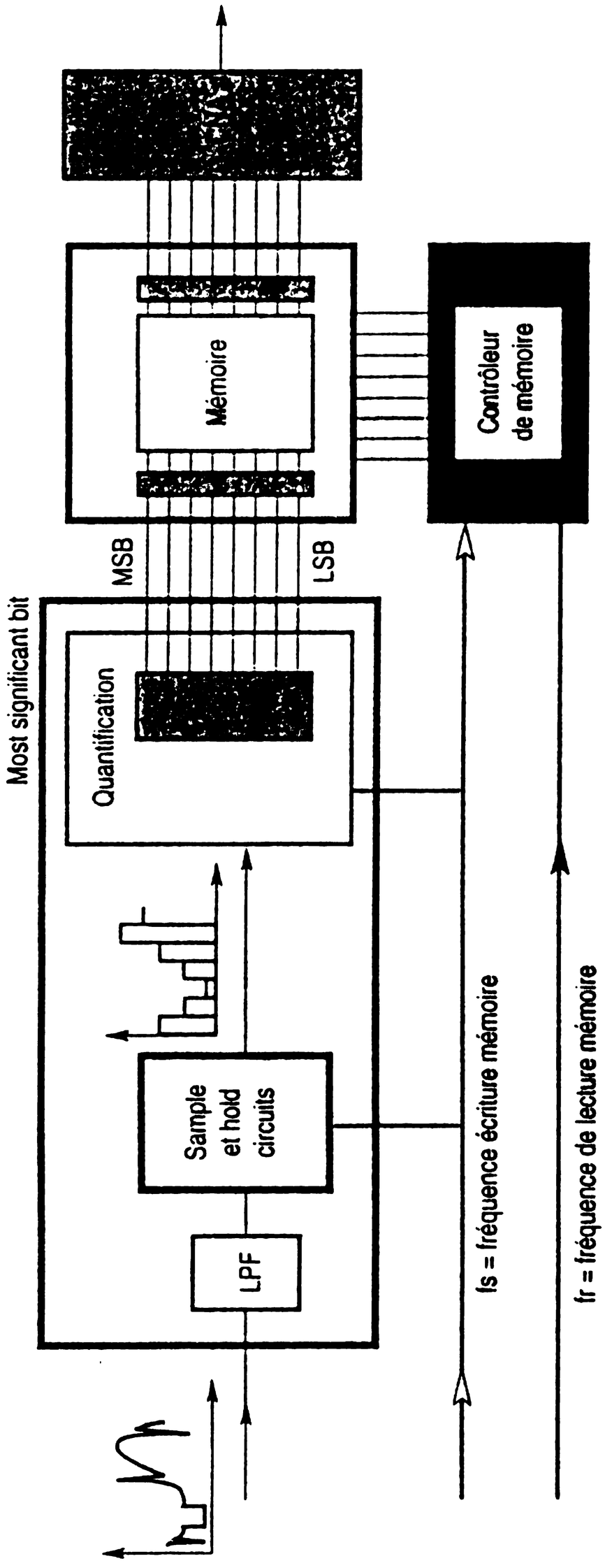


Fig. 76 : Principe de la compression temporelle utilisant une « mémoire de ligne ».

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

Étude des solutions IDC2 (THOMSON) et EURO-DIGI (NOKIA)

Les châssis IDC2.* et EURO-DIGI utilisent, en particulier. les composants du kit DIGIT 2000 développé par INTERMETALL. L'étude porte principalement sur les châssis équipés d'un tube au format 16/9 (vidéo 50 Hz).

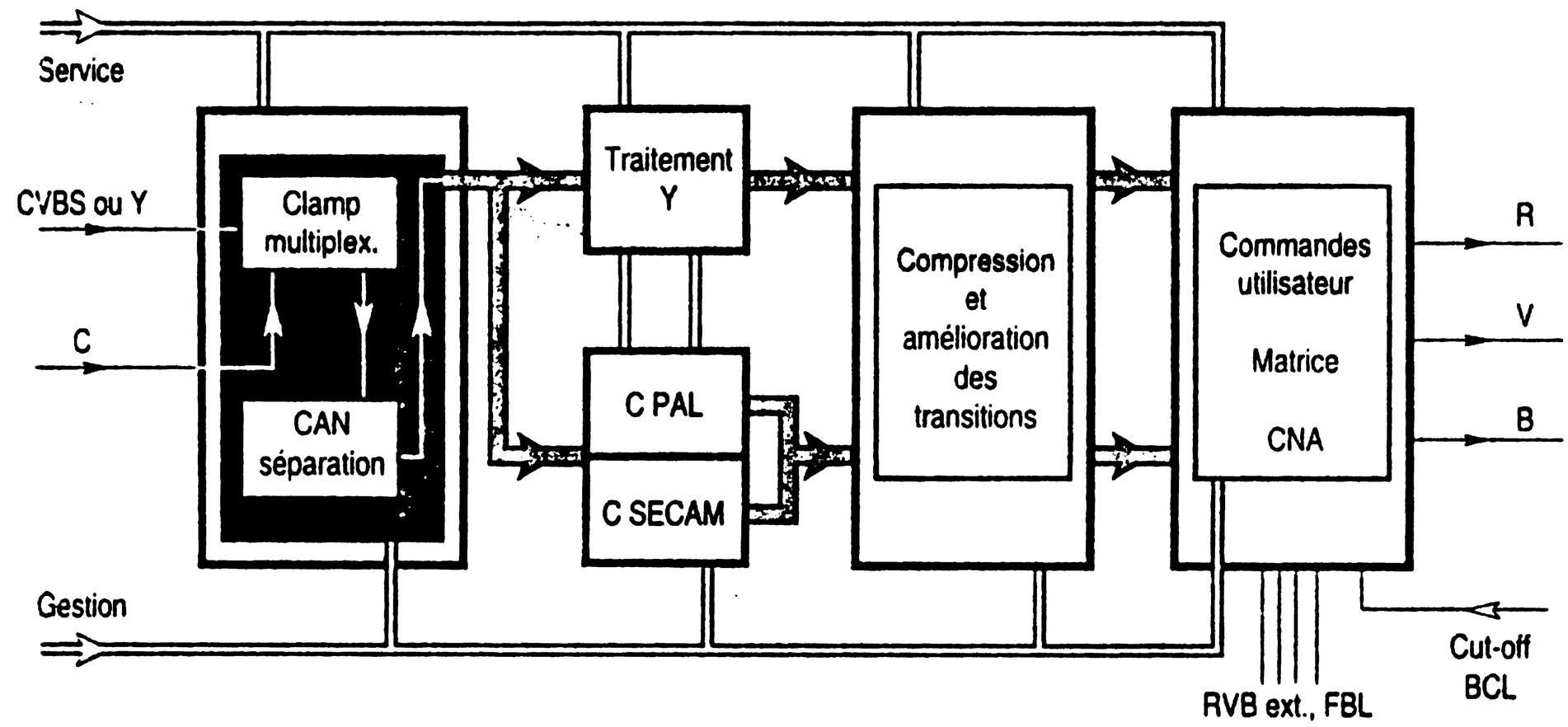


Fig. 77 : Organisation des circuits vidéo du kit DIGIT 2000.

Traitement des signaux vidéo (kit Digit 2000)

Après alignement (*clamp*) du signal vidéo-composite CVBS ou de Y en S-VIDEO (fig. 78), les signaux vidéo sont échantillonnés et quantifiés par le *Video Codec Unit* (VCU2136) :

• en réception d'un signal vidéo-composite codé PAL ou SECAM, l'horloge d'échantillonnage est à la fréquence fs (*sampling frequency*) de 17,7 MHz. En mode CVBS (vidéo-composite), on prélève un échantillon par cycle (période) d'horloge,

• en mode S-VIDEO (les composantes Y et C sont séparées, la composante couleur étant codée PAL), l'horloge de 17,7 MHz est conservée mais on prélève un échantillon de luminance Y sur les fronts descendants et un échantillon de chrominance C sur les fronts montants.

Considérons que le châssis est équipé d'un tube 16/9 de 70 cm de diagonale, ce qui correspond à une longueur ligne d'environ 61cm. Si on estime qu'à un échantillon correspond un point lumineux sur l'écran, on peut évaluer la dimension de l'impact. La liste suivante résume les résultats :

• échantillonnage fs : 17,7 MHz
• aller ligne : 52 µs
• échantillons Y : 920
• impact : 0.66 mm
• angle à 2 m : ---

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

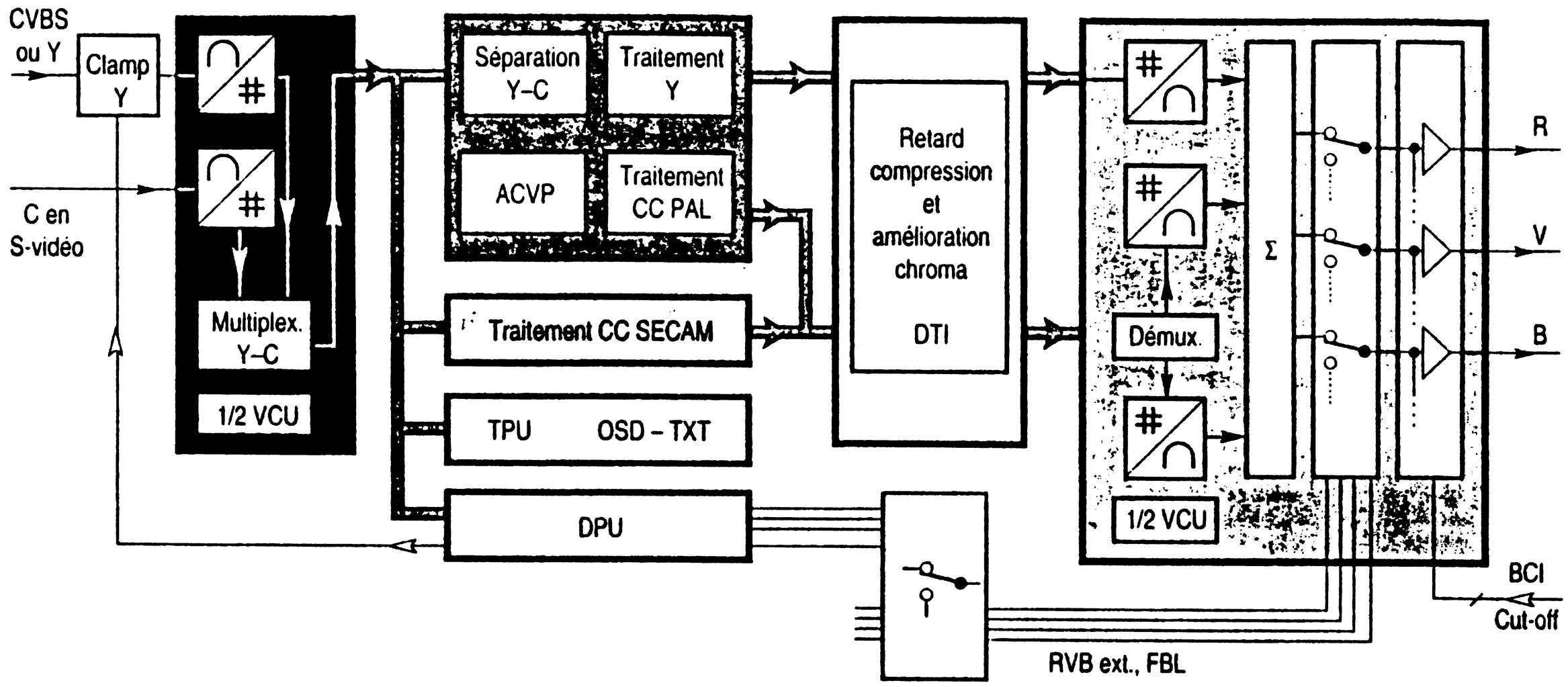


Fig. 78 : Kit DIGIT 2000.

Les échantillons sont quantifiés et numérisés sur 7 bits. Le fonctionnement du CAN-Y (convertisseur analogique/numérique voie Y) est optimum quand le signal vidéo Y est aligné sur 5,5 V et que la dynamique d'entrée est de l'ordre de 2,5 V. Il est possible d'évaluer l'amplitude de l'erreur de conversion :
• nombre de pas de quantification : $2^7 = 128$
• dynamique Y : $d = 2{,}5$ V
• hauteur d'un pas : $d / 128 = 20$ mV
• erreur relative maximum : 0,8 %

D'autre part, le signal de chrominance étant aligné sur 6 V et la dynamique étant de 800 mV, calculer l'amplitude de l'erreur de conversion du signal C en mode S-VIDEO donne les résultats suivants :
• nombre de pas de quantification : $2^7 = 128$
• dynamique C : $d = 0{,}8$ V
• hauteur d'un pas : $d / 128 = 6{,}2$ mV
• erreur relative maximum : 0,8 %

Pour limiter l'influence des erreurs dans les lignes de bus, les mots binaires délivrés par le VCU sont en code GRAY.
Le circuit ACVP2205 (ACVP – *Adaptative Comb filter Video Processor*) reçoit et transcode en binaire naturel les échantillons luminance et chrominance :
• un filtre en peigne (*comb filter*) numérique sépare les signaux Y et la composante couleur quand elle est codée PAL (ou NTSC). On rappelle que le filtre en peigne n'est pas utilisable en SECAM ;
• un réjecteur de sous-porteuse numérique élimine de l'ACVP les échantillons chrominance codés SECAM, le circuit n'étant pas prévu pour traiter le standard SECAM.

Voie luminance

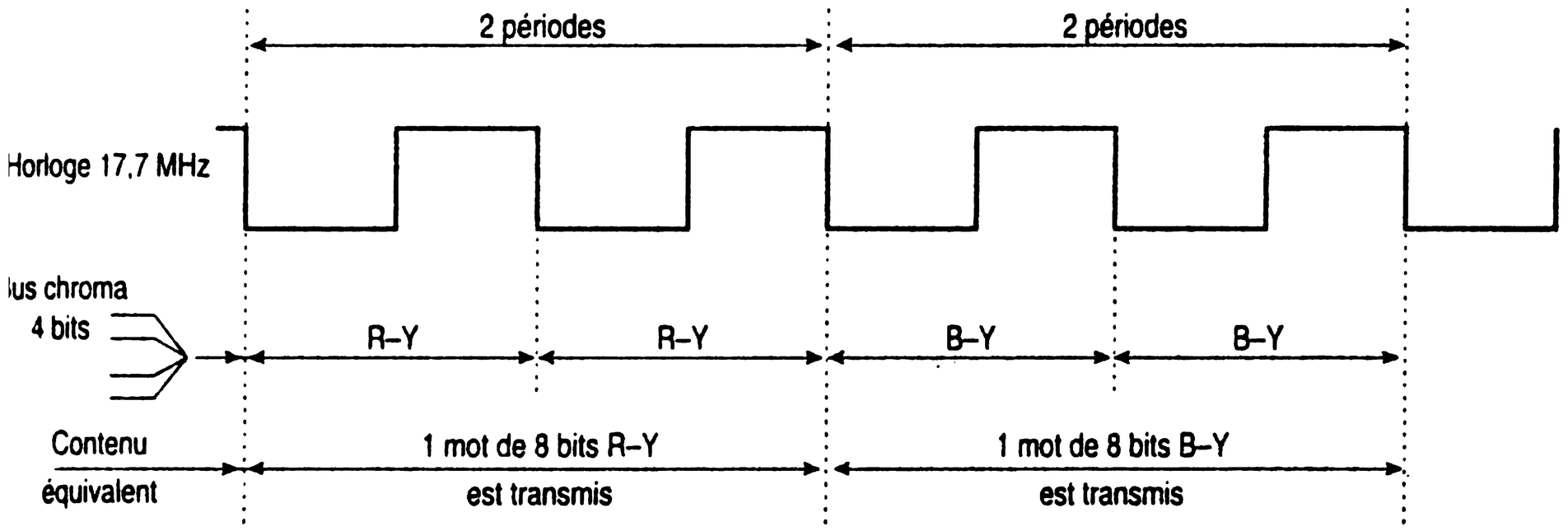
Un circuit numérique de piqué d'image impose un passage à 8 bits de chaque mot binaire. Le passage à 8 bits permet de réduire de moitié l'erreur de quantification.
La voie luminance comporte une ligne à retard (de plus ou moins 4 périodes d'horloge, programmable pas à pas, chaque pas étant d'une période) ainsi que les circuits de réglage de contraste et de limitation de contraste.

Voie chrominance PAL

Pour décoder convenablement la composante couleur PAL, il est nécessaire que l'horloge 17,7 MHz soit synchrone de la sous-porteuse 4,43 MHz. L'information *key* est nécessaire à la reconnaissance des lignes PAL (phase du *burst*).

En sortie des fonctions de décodage PAL, les signaux R-Y et B-Y sont codés sur 8 bits et passent par un circuit numérique de réglage de contraste.

Compte tenu de la bande passante chrominance réduite par rapport à Y, on ne conserve qu'un échantillon sur quatre. Un double multiplexage transmet des paquets sur 4 bits organisés selon le principe suivant.



g. 79

Le circuit SPU2243 (SPU – *Secam Processor Unit*) traite la composante couleur codée SECAM. L'horloge est de 17,7 MHz. Sa fréquence n'est plus asservie.

Après traitement numérique SECAM et circuit de réglage (indexation sur les données de l'utilisateur) de la saturation, les signaux R-Y et B-Y sont multiplexés et disponibles sur un bus 4 bits. Des informations, extérieures au SPU, permettent l'identification fo_B et le fonctionnement correct de la voie couleur SECAM.
Le circuit DTI2250 ou DTI2251 (DTI – *Digital Transient Improvement*) améliore les transitions chrominance, retarde Y (retard programmable) et permet la compression temporelle des signaux vidéo.
La ligne à retard numérique permet un retard maximum de 1 088 périodes de l'horloge 17,7 MHz en PAL ou SECAM. La durée maximale théorique du retard de Y qu'il est possible de programmer est de l'ordre de 61,4 µs ! Ces retards sont ajustables en 272 pas de 4 périodes.
Les signaux R-Y et B-Y sont démultiplexés et séparés. Quand le circuit d'amélioration des transitions est actif, le réglage de saturation des couleurs est fait par un circuit interne au DTI. Sans doute n'est-il pas nécessaire de rappeler le besoin d'améliorer les transitions des signaux chrominance !

Quand une transition est repérée (en comparaison avec une référence donnée sur l'IM bus), une commande de maintien (*hold pulse* = 8,5 V) informe chaque convertisseur numérique/analogique (CNA) R-Y et B-Y

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

en sortie du VCU et les bloque sur la valeur du dernier échantillon avant la transition. Quand la transition est terminée, il faut libérer les CNA des voies R-Y et B-Y ; la tension *hold pulse* retombe à 5 V. Si la tension *hold pulse* atteint 0 V pendant 20 ms, il se produit un *reset* dans le VCU.

Après multiplexage sur 4 bits, les signaux R-Y et B-Y sont appliqués en entrée du VCU. Il en est de même des signaux de luminance Y (8 bits). Après conversion numérique/analogique, les signaux sont matricés. Le circuit intègre les commandes de lumière, *cut-off* automatique et gain automatique, pour permettre de réaliser l'asservissement des amplificateurs RVB et du tube cathodique. Le principe de l'asservissement automatique des *cut-off* et du gain est développé dans un prochain paragraphe.

Sur le schéma figure 78, on note la présence d'un circuit repéré TPU2735 (TPU – *Teletext Processor Unit*). Ce circuit permet l'affichage OSD des menus en mode utilisateur et en mode service et le fonctionnement du télétexte. Il utilise une mémoire dynamique (DRAM) de 32 Ko.

Signaux de service nécessaires aux circuits numériques

Il faut considérer deux niveaux correspondant à des fonctions distinctes :

- les signaux de service propres aux circuits numériques (fig. 80) :
  - les alimentations,
  - la masse,
  - l'horloge ,
  - le reset.
- la fonction service est réalisée autour du DPU2553 (DPU – *Deflexion Processor Unit*). Revoir le fonctionnement du DPU (*cf.* chapitre « Fonction service » du tome 2) et se remettre en mémoire les signaux nécessaires au démarrage du DPU.

REMARQUE L'horloge utilisée pour cadencer le fonctionnement des circuits numériques est aussi utilisée dans les circuits de démodulation PAL (ou NTSC). Dans ce cas, elle doit être synchrone du burst. Un circuit d'asservissement numérique (*clock* 4.43 MHz en PAL et *data*) informe le circuit MCU2600 (MCU – *Main Clock Unit*).

On rappelle que les échantillons vidéo numériques sont appliqués en entrée du DPU. Un défaut de *clamp* sur le signal CVBS ou Y produirait une erreur de quantification importante. Les circuits numériques sont alors incapables de reconnaître les mots correspondant aux *tops* de synchronisation ligne et trame. La gestion des circuits d'identification, des circuits de *clamp* et des circuits d'effacement devient impossible.

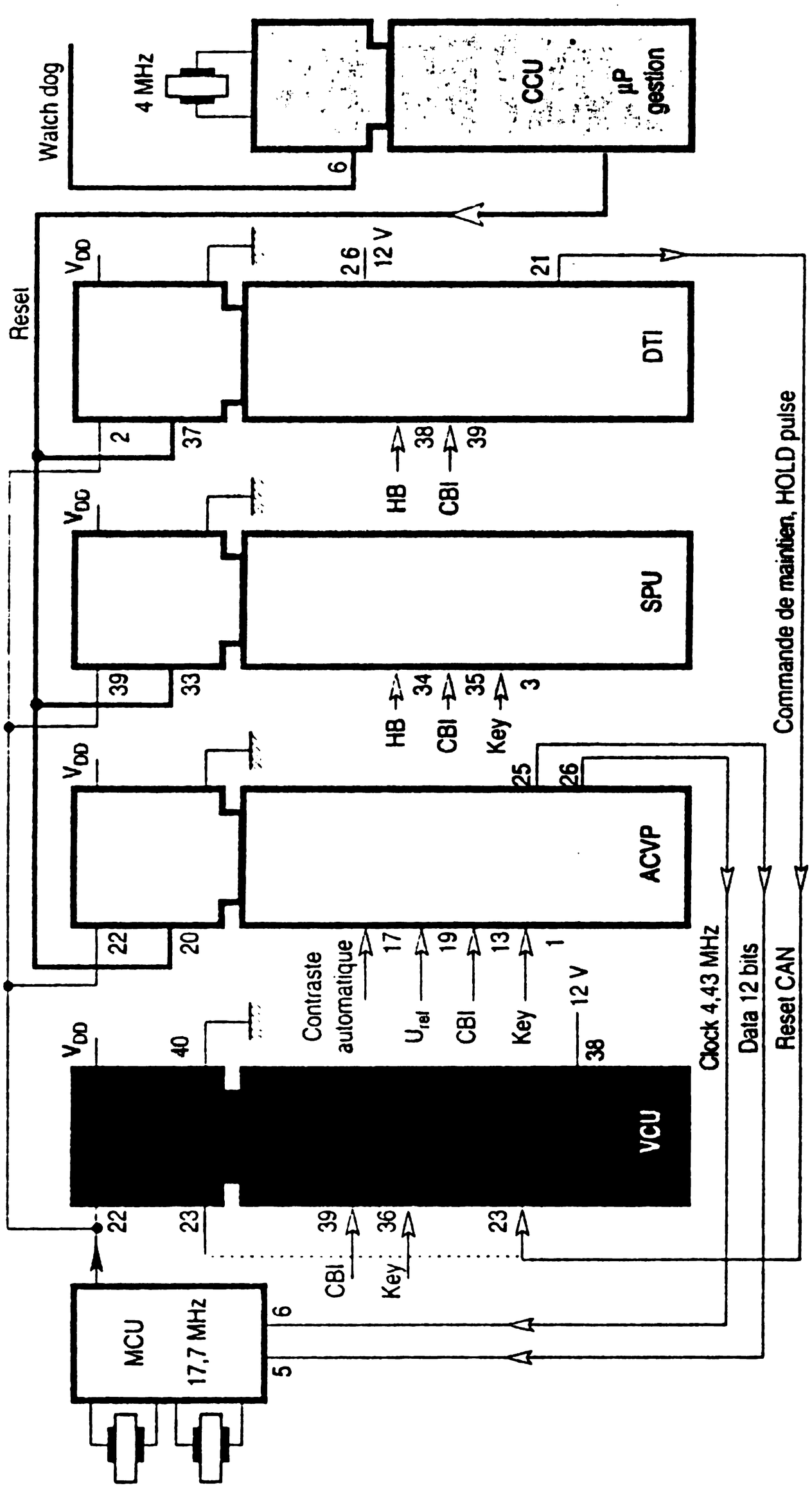


Fig. 80 : Les signaux de service du kit DIGIT 2000.

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

Commandes d'indexation et asservissements

Les commandes d'indexation (réglages de l'utilisateur) et les références nécessaires au fonctionnement des circuits d'asservissement sont stockées en mémoire non volatile de type NVRAM ou EEPROM.
Les informations sont traitées par le microcontrôleur CCU3000 (développé sur la base d'un microcontrôleur 65C02), le programme de fonctionnement est stocké en ROM.

Le transfert des données est réalisé par deux bus :
• un IM bus à destination des circuits numériques du kit DIGIT 2000,
• un bus I2C à destination des autres fonctions du téléviseur.
En ce qui concerne le traitement vidéo, l'IM bus est distribué sur l'ACVP, sur le SPU et sur le DTI. Aucune ligne de bus n'accède au VCU.

Les fonctions de commutation rapide, d'asservissement de fonctionnement des amplificateurs vidéo et du tube cathodique, de réglage de contraste interne au VCU (VCU – *Video Codage-decodage Unit*) reçoivent les données par l'intermédiaire de deux fils du bus chrominance. Ces données transitent par l'ACVP, *via* le DTI. Il est possible de faire transiter ces informations pendant les retours trame, sans qu'elles ne perturbent les informations de chrominance (fig. 81).
Les valeurs de réglage de la fréquence libre des VCO du MCU et le choix du VCO (en fonction du standard reçu) transitent par l'ACVP et sont disponibles sur les broches 15 et 26.
À partir de l'instruction de service, on pourra configurer le téléviseur en mode service et agir sur les réglages, selon les indications du constructeur et observer l'effet produit sur l'écran.

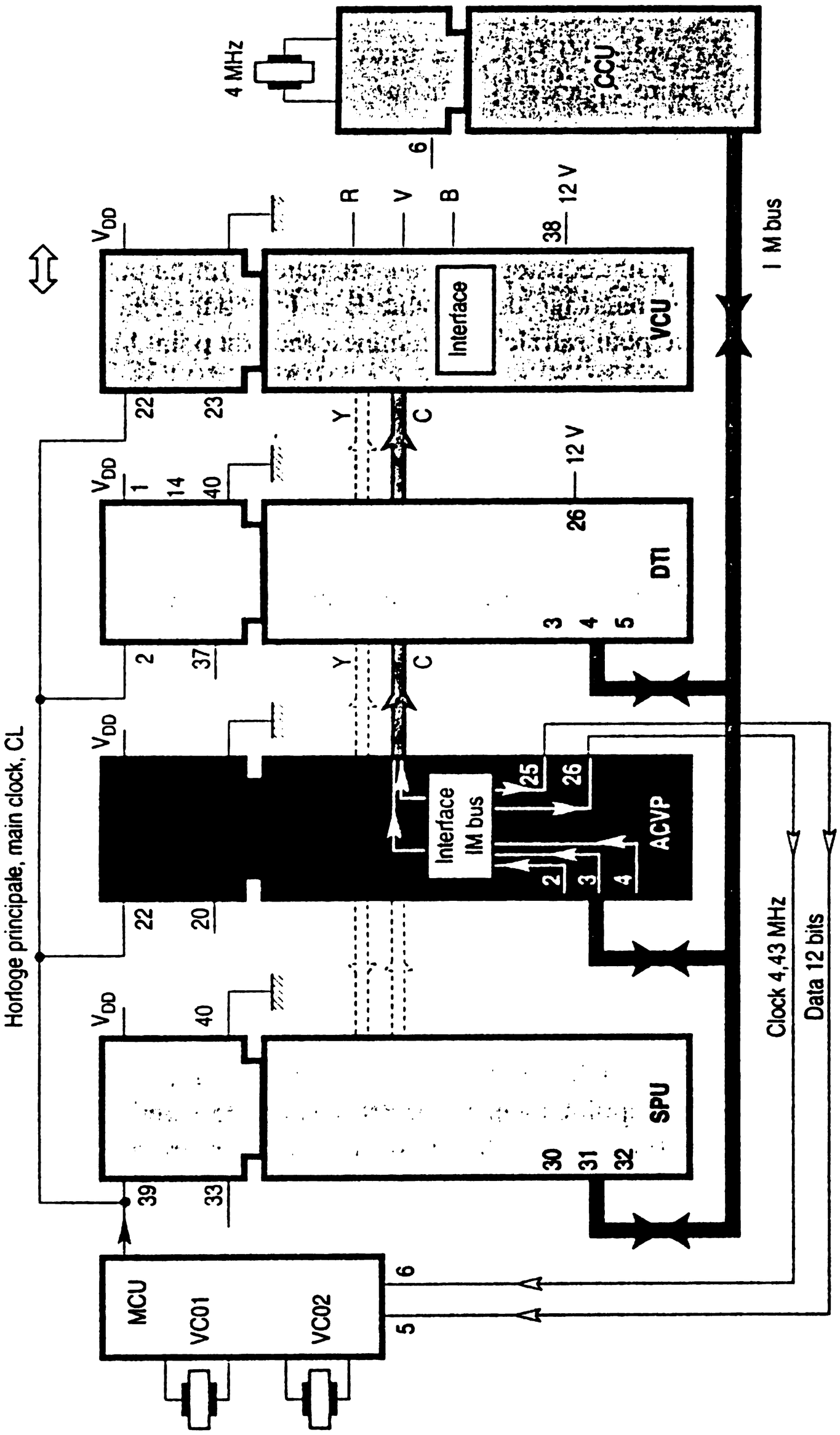


Fig. 81 : Kit DIGIT 2000. IM bus et circulation des commandes issues du CCU.

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

TRAITEMENT VIDÉO 100 Hz

Mise en situation

Une image de télévision standard est composée de deux trames entrelacées à 50 Hz (vidéo 50 Hz). Une trame impaire appelée A est suivie d'une trame paire appelée B. Chaque trame compte 312,5 lignes de 64 µs.

Considérons un point blanc fixe sur l'écran du téléviseur ; le point considéré est un point d'une ligne de trame impaire A (par exemple). Après avoir *allumé* le point considéré, il faut attendre la fin du balayage de la trame A, puis le balayage de la trame B et le début de la trame A de l'image suivante pour rafraîchir la luminescence du point blanc.
La luminescence d'un point de l'écran n'est rafraîchie que toutes les deux trames soit 40 ms.

Même en tenant compte de la persistance rétinienne et de la rémanence des luminophores, l'œil perçoit d'autant mieux les variations d'intensité lumineuse que :
• le niveau d'éclairement de l'image reproduite est élevé. Le phénomène est accentué si on considère que les tubes cathodiques performants ont des rendements plus élevés et permettent d'obtenir des images plus lumineuses et plus contrastées,
• la zone lumineuse est étendue. C'est particulièrement le cas des tubes ayant une diagonale supérieure à 70 cm,
• la zone lumineuse est excentrée sur l'écran. L'expérience montre que si on fixe du regard un point arbitrairement situé 20 cm au dessus de l'écran, on perçoit parfaitement le papillotement trame.

Enfin, on peut considérer une ligne blanche *coincée* entre deux lignes sombres (délimitation « horizontale » d'un terrain de tennis par exemple), la luminescence de la ligne blanche varie : c'est le scintillement ligne ou *line flicker*.
Pour réduire le papillotement trame (*flicker*) ou le scintillement ligne (*line flicker*), rafraîchir deux fois plus vite chaque point de la trame ou de l'image. On multiplie par deux les vitesses de balayage.

Fréquence de trame	**50 Hz**	**100 Hz**
Durée d'une trame	20 ms	10 ms
Durée de suppression d'une trame	25 lignes	25 lignes
Durée de suppression d'une trame	1,6 ms	0,8 ms
Fréquence d'une ligne	**15 625 Hz**	**31 250 Hz**
Durée d'une ligne	64 µs	32 µs
Durée de l'aller d'une ligne	52 µs	26 µs

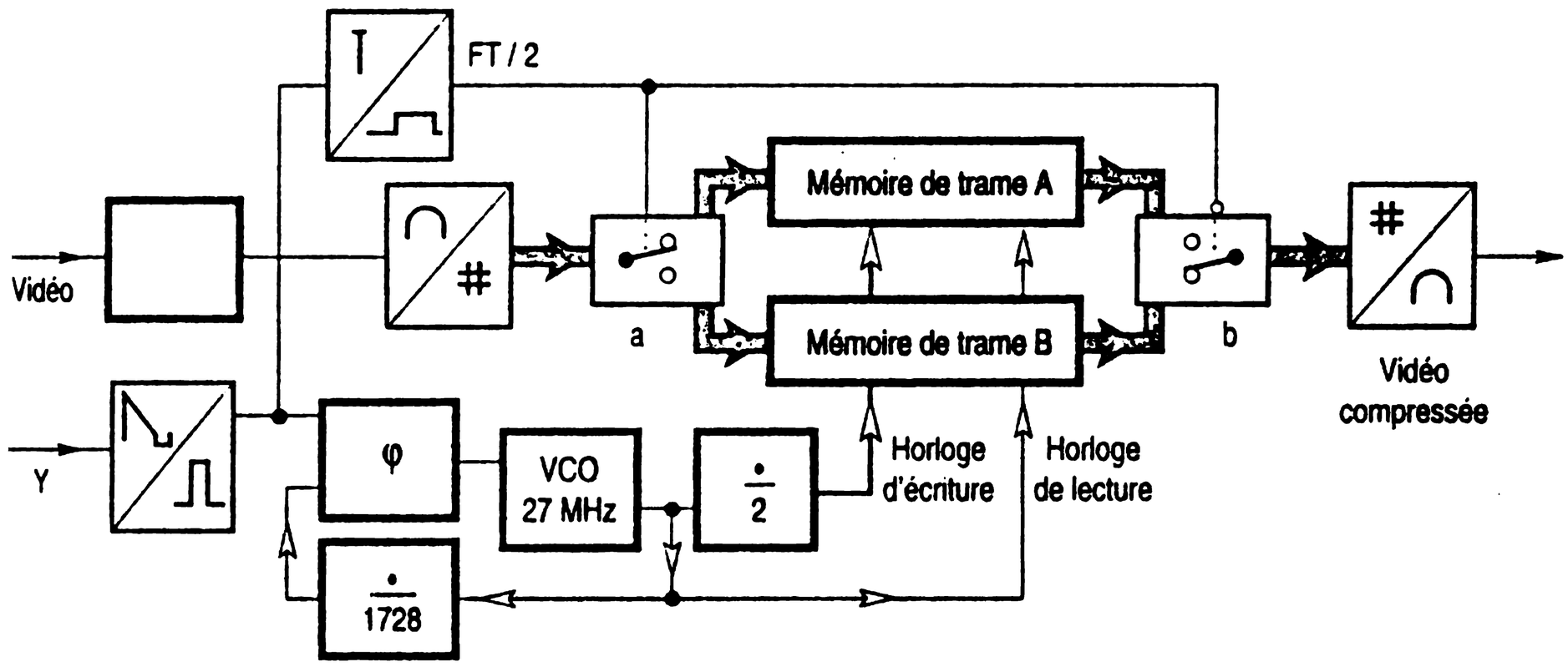
La liste ci-dessus montre qu'il est nécessaire de réaliser une compression temporelle du signal vidéo dans le rapport 0.5. La durée d'un aller ligne à l'écran n'est plus que de 26 µs lorsque la fréquence trame est de 100 Hz.
Si on considère que la compression est réalisée par la relecture rapide des données en RAM, cela signifie que la fréquence f_r de lecture de la RAM doit être de deux fois la fréquence f_s d'acquisition des données :

fréquence de lecture de la RAM : $f_r = 2f_s$ (f_s – *sampling frequency*).

Par exemple, si la fréquence d'acquisition des données (ou d'échantillonnage) est f_s = 13.5 MHz, la fréquence de lecture sera de 27 MHz.

Vidéo 100 Hz à mémoire de trame : principe de base

Pendant 20 ms, on écrit la trame impaire dans la mémoire de trame A (fig. 82). Pendant le même temps, on lit deux fois la mémoire de trame B (une trame étant lue en 10 ms seulement).
Pendant les 20 ms suivantes, on écrit la trame paire dans la mémoire de trame B et on lit deux fois la mémoire de trame A.



g. 82 : Mémoire de trame et circuits de commande.

En sortie, pendant 40 ms on dispose de 2 trames B suivies de 2 trames A : la fréquence trame est doublée alors que la fréquence image est conservée, l'image diffusée par l'émetteur étant le résultat des trames A et B entrelacées.
En effet, la trame suivante diffusée par l'émetteur est une trame appelée C. Elle constituera avec une trame D le contenu de l'image suivante.

Inconvénient du doublement de la fréquence trame

Chaque trame étant lue deux fois dans l'ordre où elle est diffusée, on lui donne le nom de vidéo AABB.

La trame A étant une trame impaire, elle commence par une demi-ligne et se termine par une ligne entière.
La trame B étant une trame paire, elle commence par une ligne entière et se termine par une demi-ligne.
L'enchaînement normal d'une trame A suivie d'une trame B permet l'entrelacement.

Quand deux trames A se succèdent, l'entrelacement n'est plus réalisé automatiquement, il en résulte un décadrage de la seconde trame par rapport à la première. Il faut pouvoir corriger ce défaut en asservissant le cadrage horizontal trame après trame : c'est le rôle de l'information de type NIL (*cf.* les travaux dirigés du chapitre « Balayage trame », tome 2).

Conclusion
Considérant que l'on est capable de réaliser les corrections de cadrage trame, chaque point de l'écran se trouve rafraîchi deux fois plus vite. Le *papillotement* trame est réduit mais le scintillement ligne subsiste.

Solution technologique

Le prix de la mémoire utilisée étant relativement élevé, on cherche à mettre en œuvre une solution n'utilisant qu'une seule mémoire de trame. On doit alors pouvoir écrire la mémoire de trame pendant la durée de l'aller trame fixée par l'émetteur (18,4 ms) et lire à une vitesse double en même temps.

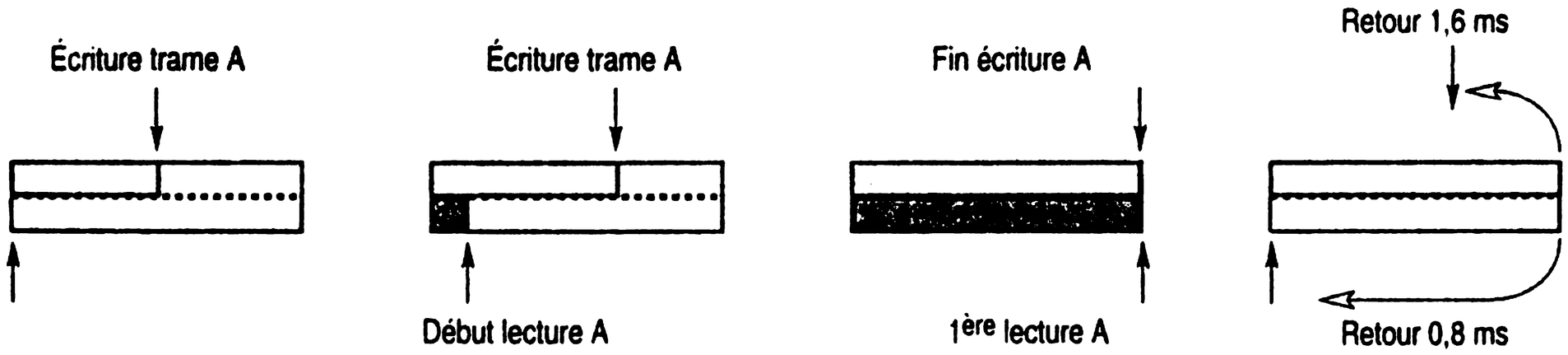


Fig. 83 : La mémoire de trame est écrite puis lue à vitesse double.

Il faut avoir écrit une demi-trame A quand commence la première lecture de A (fig. 83). La vitesse de lecture étant le double de la vitesse d'écriture, les pointeurs d'adresse se trouvent en fin de trame, pratiquement en même temps. Le retour trame en lecture 100 Hz n'est que de 0,8 ms ; on peut donc relire une seconde fois la trame A avant que ne reprenne l'écriture de la trame B (fig. 84).
Compte tenu du temps de relecture de la trame A de 9,2 ms auquel on ajoute le retour trame de 0,8 ms en vidéo 100 Hz, le pointeur d'adresse se trouve à nouveau positionné en début de mémoire trame au bout de 10 ms. Les conditions sont réunies pour commencer la première lecture de la trame B (fig. 85).

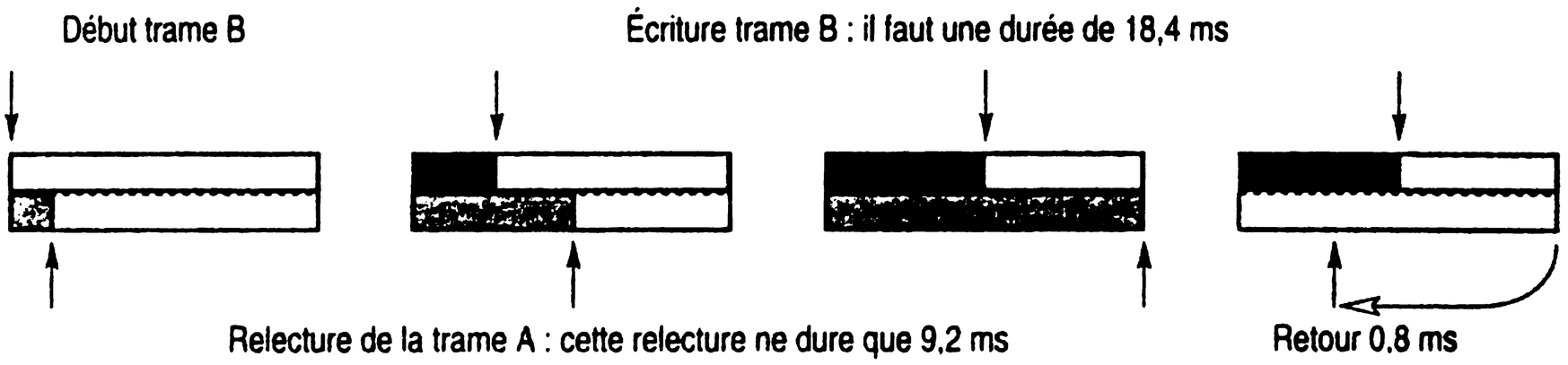

Début trame B
Écriture trame B : il faut une durée de 18,4 ms
Relecture de la trame A : cette relecture ne dure que 9,2 ms
Retour 0,8 ms

Fig. 84 : Une seconde lecture de la mémoire est réalisée pendant que démarre l'écriture de la trame suivante.

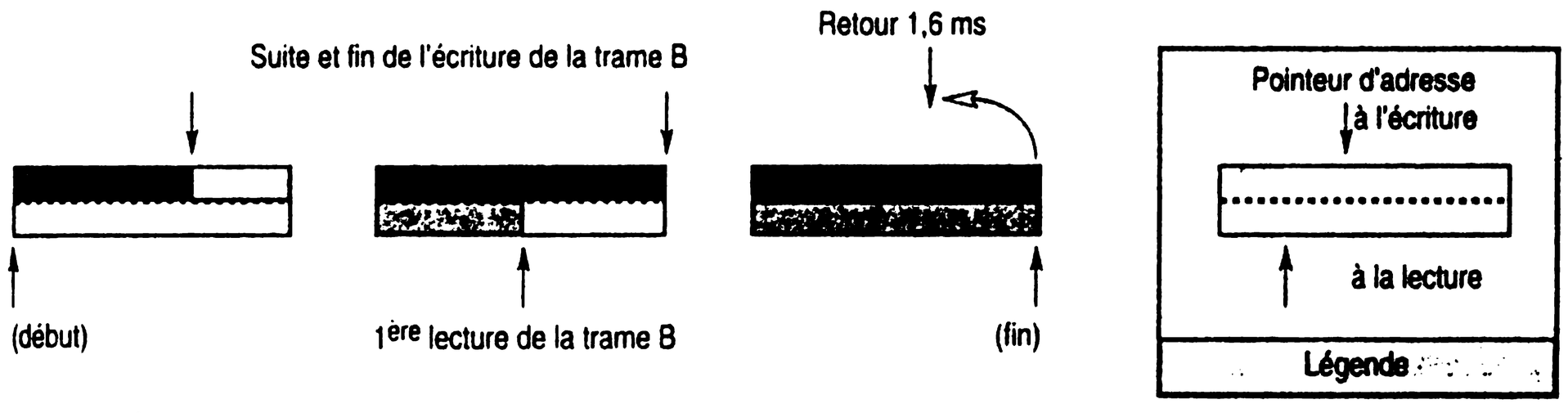


Fig. 85 : Écriture de la seconde trame et lecture. La situation est comparable à celle de la figure 83.

Vidéo 100 Hz à mémoire d'image : principe de base

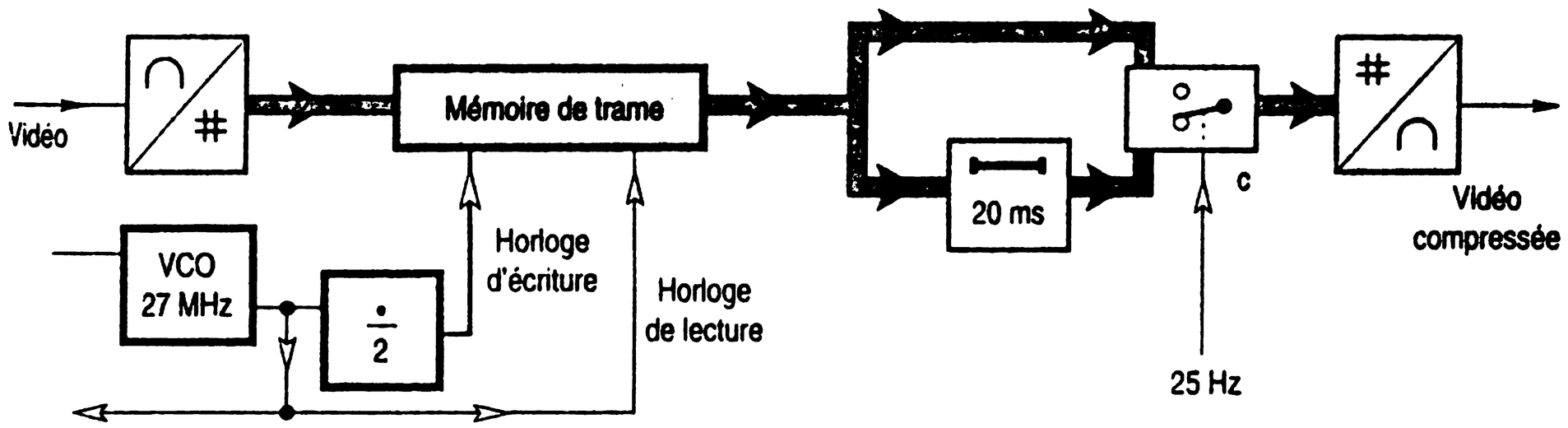


Fig. 86 : Mémoire d'image réalisée à partir d'une mémoire de trame et d'une ligne à retard.

Les trames disponibles en sortie du commutateur *b* (fig. 82) sont dans l'ordre A A B B C C D D...

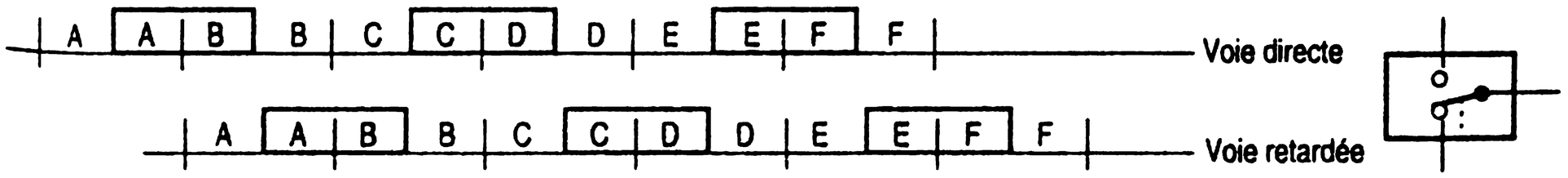


Fig. 87 : Contenus vidéo en entrée du commutateur C.

Le commutateur *c* (fig. 86 et 87) permet de sélectionner les trames dans l'ordre A B A B C D C D...

On remarque que {A. B}, {C. D} constitue des images. Le circuit permet de doubler la fréquence image.
Le doublement de la fréquence image permet de réduire le papillotement trame et le scintillement ligne.

Inconvénient

Si un objet mobile de l'image s'est déplacé (mouvement rapide) entre les trames A et B. la répétition alternée des trames A et B entraîne une vibration de l'objet.
Pour obtenir un résultat convenable, il faut calculer les changements intervenant dans le contenu des trames d'une image.

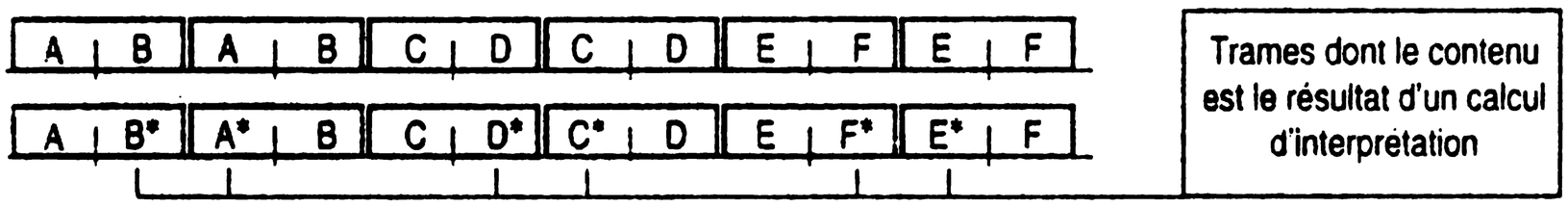


Fig. 88 : Trames dont le contenu est modifié pour réduire les erreurs de reproduction faisant suite à un mouvement rapide dans l'image.

Le calcul d'interpolation est pondéré en fonction du changement intervenu entre les deux trames de la même image (fig. 88).

Étude de la solution numérique FL1. vidéo 100 Hz (PHILIPS)*

Au-delà de l'intérêt propre à cette étude, la philosophie des circuits développés pour le traitement vidéo 100 Hz rappelle les circuits utilisés à la réalisation des fonctions PIP ou des modules d'incrustation d'image. Mis à part les problèmes de compression, il faut dans tous les cas synchroniser les informations produites avec l'information source (vidéo 50 Hz en provenance de l'émetteur ou vidéo correspondant à l'image d'arrière plan, l'image incrustée étant alors considérée comme une image de premier plan).

La figure 89 résume l'organisation fonctionnelle des circuits de traitement vidéo. À ce stade de l'étude, le schéma ne rend pas compte de l'image visualisée. En effet, cet agencement des fonctions satisfait aussi bien à la réalisation d'un châssis vidéo 50 Hz équipant un tube 16/9, qu'à la réalisation d'un châssis vidéo 100 Hz équipant un tube 4/3 ou 16/9.

Séparation Y-C, traitement Y-C 50 Hz

Les circuits de séparation Y-C et de traitement luminance et chrominance sont analogiques (fig. 90). Les signaux Y et C sont issus du signal vidéo composite CVBS ou d'une source S-VIDEO, *via* les circuits de commu-

tation lente du téléviseur. Ces signaux sont conformes aux normes en vigueur en Europe. En particulier, la fréquence trame est de 50 Hz !

Les circuits décrivent le traitement des signaux vidéo 50Hz. Le signal de super *sandcastle* SSC nécessaire à l'identification couleur est issu de la fonction service et est tout à fait comparable au signal de *sandcastle* étudié dans un téléviseur classique.

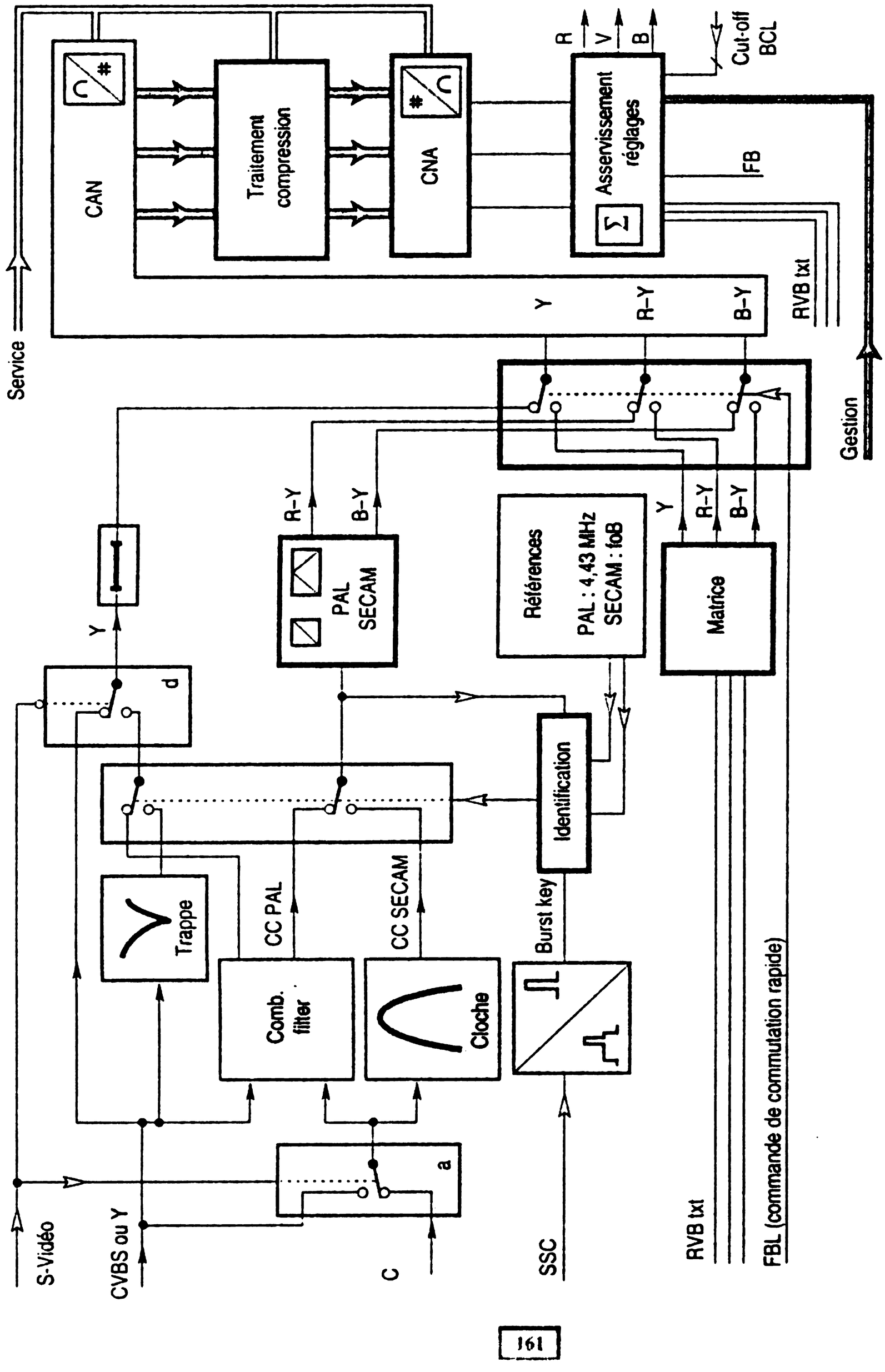


*Fig. 89 : Vue d'ensemble des circuits de traitement vidéo 100 Hz mis en œuvre sur le châssis FLI. *

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

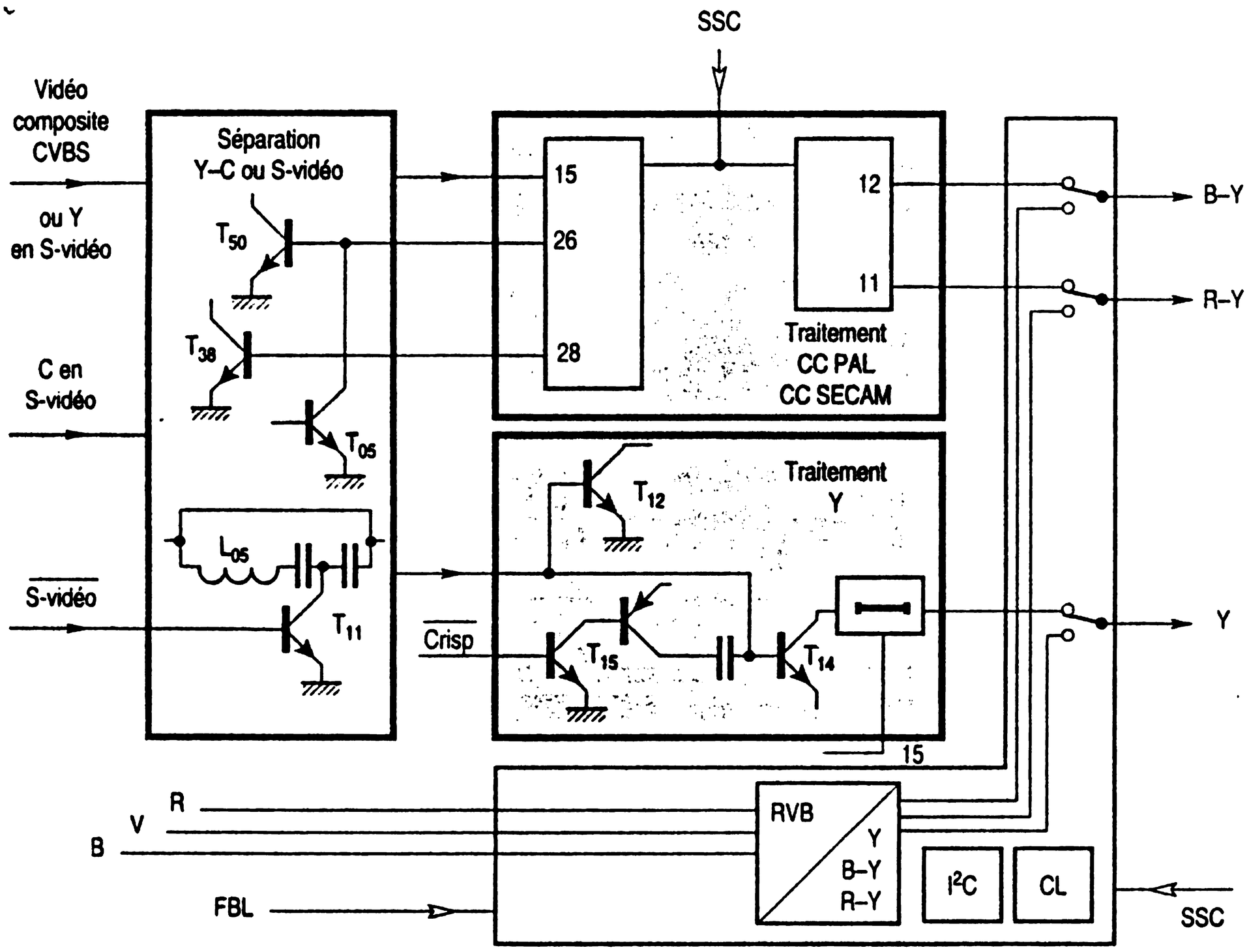


Fig. 90 : Châssis FL1.* : séparation Y-C, traitement chrominance et traitement luminance.

Le schéma 90 résume les structures utilisées. Fonction séparation Y-C : le fonctionnement de T50 et T38 est résumé dans le tableau suivant :

Commutation de filtre	Transistor T50	Transistor T38
NTSC	saturé	bloqué
PAL	bloqué	saturé
SECAM	bloqué	bloqué

Pour simplifier le schéma (fig. 90), on a inversé l'enchaînement des circuits de la voie luminance, ce qui ne change pas l'analyse de comportement de la structure utilisée. La bobine L05 et les composants associés constituent le filtre réjecteur de sous-porteuse. La base du transistor T11 doit être à 0 V en mode S-VIDEO : T11 est alors bloqué, le *pied* du filtre n'étant plus référencé à la masse, celui-ci n'est plus opérant. En réception d'une émission par l'antenne, le transistor T11 est saturé.

Fonction traitement luminance

La base de T15 et la broche 15 du circuit ligne à retard luminance (fig. 90) reçoivent l'information de commutation notée *crisp*. Cette information (*crisp* signifie vif) valide ou non le circuit de piqué d'image.
T12 et les circuits associés réalisent un différentiateur : une tension de type sinusoïdal (fréquence = 2,2 MHz) est produite lors d'une transition du signal de luminance.
Quand le *crisp* (piqué d'image) est autorisé, la somme du signal issu du transistor T12 et de Y est réalisée sur la base de T14. Le transistor T13 doit alors être conducteur.
La commande broche 15 du circuit de retard luminance permet d'ajuster la ligne à retard en fonction de la commande *crisp*.

Horloges : synchronisation de la vidéo 50 Hz et 100 Hz

Rappel

Dans un téléviseur à traitement vidéo 50 Hz (solution traditionnelle), toutes les opérations sont synchrones de l'émetteur :
• le front descendant du *top* de synchronisation ligne asservit en phase la position du *burst key* ou du *color key* permettant de gérer les fonctions vidéo (identification couleur, *clamp*),
• les niveaux d'effacement ligne et trame (niveaux de suppression) permettent le fonctionnement de la fonction asservissement vidéo,
• les principaux signaux de services (balayages ligne et trame) sont asservis aux *tops* ligne et trame de la vidéo 50Hz.

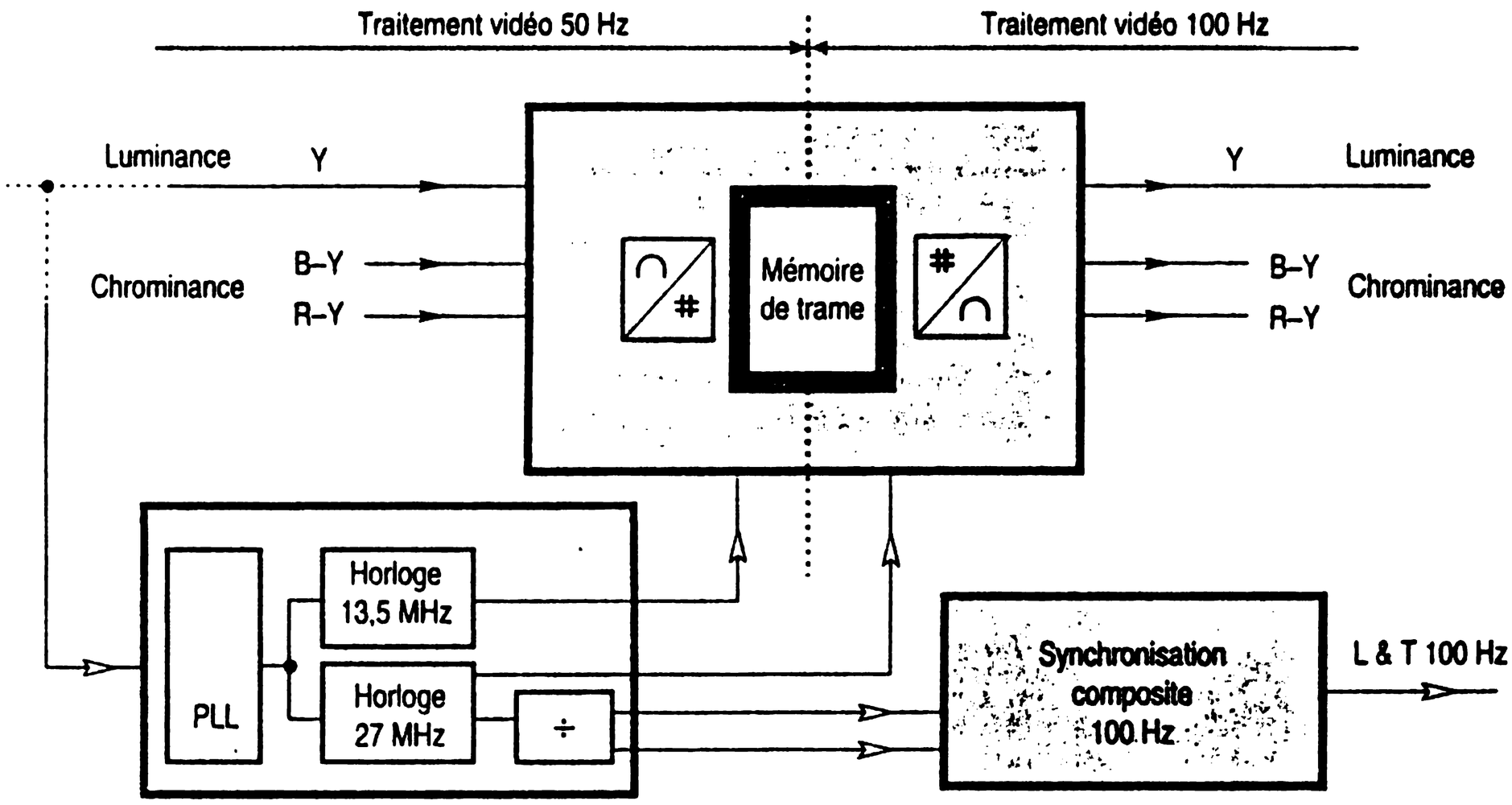


Fig. 91 : Fabrication des horloges du téléviseur 100 Hz.

Le schéma 91 définit des horloges nécessaires aux traitements vidéo 50 Hz et 100 Hz :

Le signal vidéo composite CVBS issu de la source 50 Hz (émetteur par exemple) est débarrassé du signal de chrominance. Après extraction, les *tops* de synchronisation ligne sont appliqués à une entrée du comparateur de phase. Une boucle à verrouillage de phase (PLL) permet de générer un signal de type *burst key*. La fréquence étant de 15 625 Hz, il est caractéristique de la vidéo 50 Hz. Il se nomme BK50 (*burst key* 50 Hz).

Le signal BK50 est la référence de toutes les horloges utilisées dans les circuits de traitement vidéo. Sous contrôle d'un processeur, deux autres PLL produisent :
• le signal d'horloge de 13,5 MHz nécessaire à l'écriture de la mémoire de trame et au traitement vidéo 50 Hz,
• le signal d'horloge de 27 MHz nécessaire à la lecture de la mémoire de trame et au traitement vidéo 100 Hz.

La fabrication du signal BK50 est assurée par une structure organisée autour d'un TDA2579B (fig. 92) (il peut être intéressant de reprendre le chapitre « Fonction service », le circuit TDA2579 ayant été utilisé comme support aux explications de réalisation de la dite fonction).

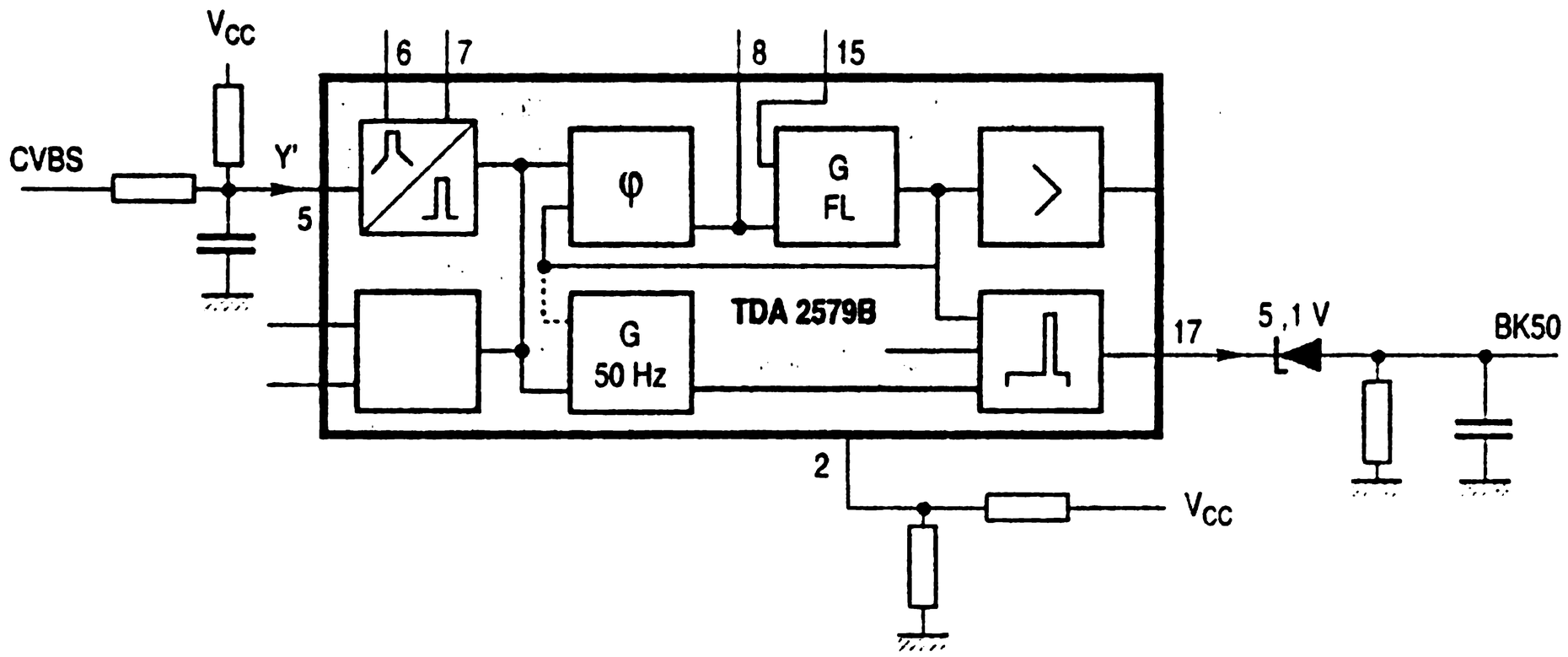


Fig. 92 : TDA2579 et fabrication du signal « burst key » 50 Hz.

Le signal BK50 est produit à partir du générateur de super *sandcastle* SSC. Les 3 niveaux habituels du signal super *sandcastle* SSC sont dus :
• au générateur de *burst* key dont le fonctionnement est déterminé par le PLL ligne. Le *burst key* est synchrone du signal vidéo Y présent broche 5 du TDA2579 :
• au circuit générateur de suppression ligne LF blk. Ce générateur est activé par les impulsions de retour ligne (broche 12 du TDA2579),
• au circuit produisant le niveau de suppression trame. Ce niveau est lié au fonctionnement de l'oscillateur trame et au niveau de la tension image du courant trame normalement présente en broche 2 du TDA2579.

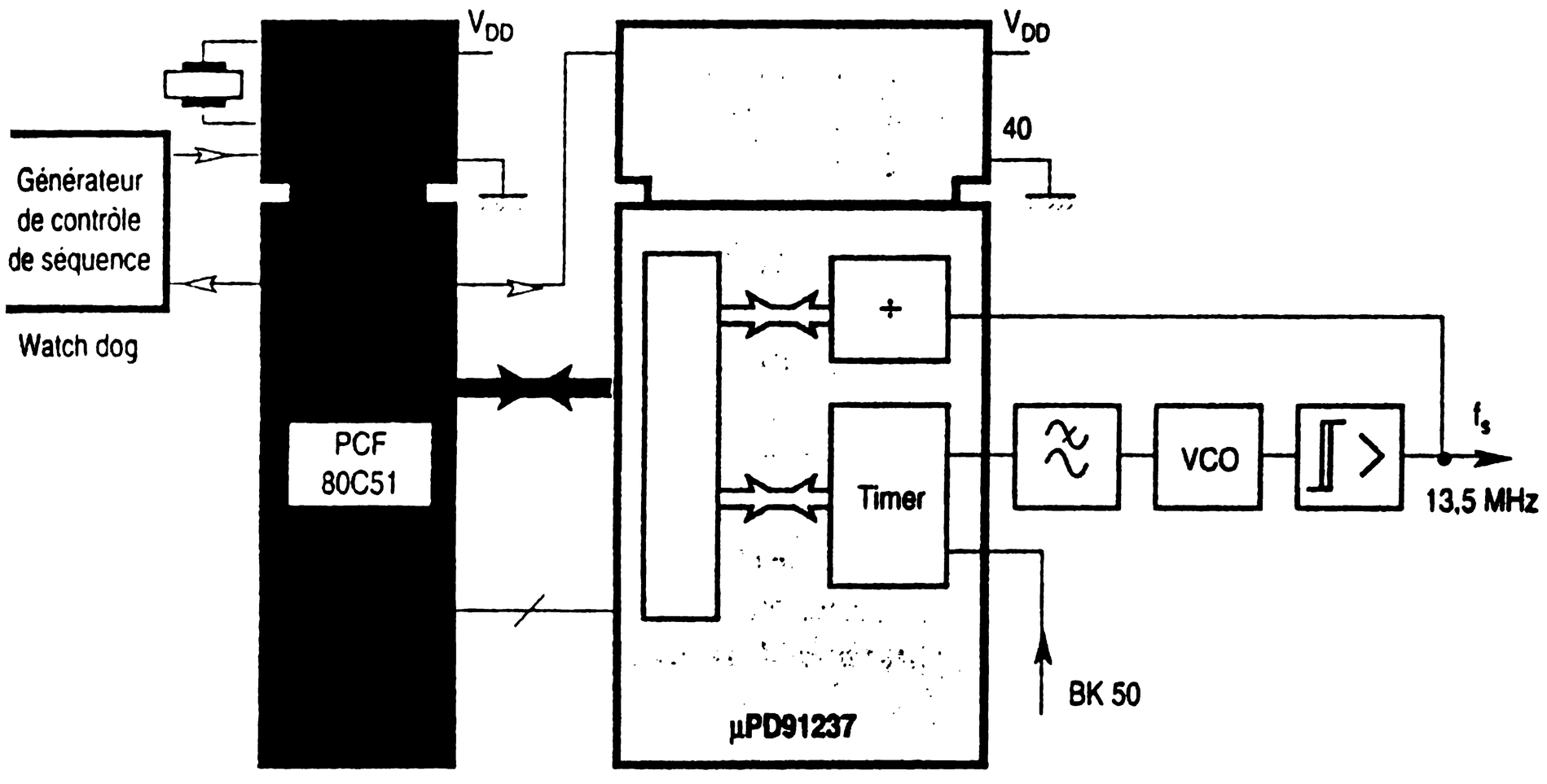
Conséquences

• l'information de retour ligne n'existant pas broche 12, le niveau de SSC correspondant (LBL = *line blanking*) n'est pas produit,
• l'image du courant trame étant fixé par un diviseur de tension appliqué broche 2, le niveau de suppression trame est fabriqué.
• le signal disponible en sortie de la broche 17 ne comporte que deux niveaux :
– le niveau de *burst* key 50 Hz,
– le niveau de suppression trame.

La diode zéner de 5,1 V et de ses éléments associés permettent de supprimer le niveau de suppression trame. En sortie du circuit, on ne dispose plus que du signal de *burst key* BK50.

PLL 13,5 MHz

Ce schéma fonctionnel (fig. 93) résume les éléments essentiels de chaque fonction intervenant dans la réalisation du circuit PLL.



ig. 93 : Châssis FL1. : circuits nécessaires à la réalisation de l'horloge 13,5 MHz.*

La comparaison de la phase du VCO (VCO – *Voltage Controled Oscillator*) et la phase de BK50 est réalisée par des circuits de comptage (*timer*) pilotés par le microcontrôleur. La fréquence du VCO doit préalablement être divisée.
Parmi les signaux de service du microcontrôleur, on utilise un *watch dog* en remplacement du traditionnel *reset*. Un générateur de contrôle de séquence est associé à la réalisation de cette fonction.

Traitement numérique, vidéo 100 Hz

Conversion analogique/numérique vidéo 50 Hz

On se rappellera le théorème de Shannon-Nyquist. La fréquence d'échantillonnage (*sampling frequence* – f_s) est de 13,5 MHz. La fréquence maximale du signal vidéo qu'il est possible d'échantillonner est donc de l'ordre de 6 MHz, ce qui correspond à la bande passante du signal vidéo Y en Normes L, L', la bande n'étant que de 5 MHz en B, G. En réception satellite, quand le codage est de type D2MAC, les bandes passantes des signaux transmis sont respectivement de 1,6 MHz pour la composante chrominance et de 5,6 MHz pour la composante luminance. Il n'est pas nécessaire de rappeler que préalablement à toute procédure d'échantillonnage, il faut placer un filtre passe-bas d'anti-recouvrement (*anti-aliasing filter*).

La figure 94 décrit les fonctions réalisées dans la voie Y avant numérisation. On repérera les composants sur le schéma du constructeur.

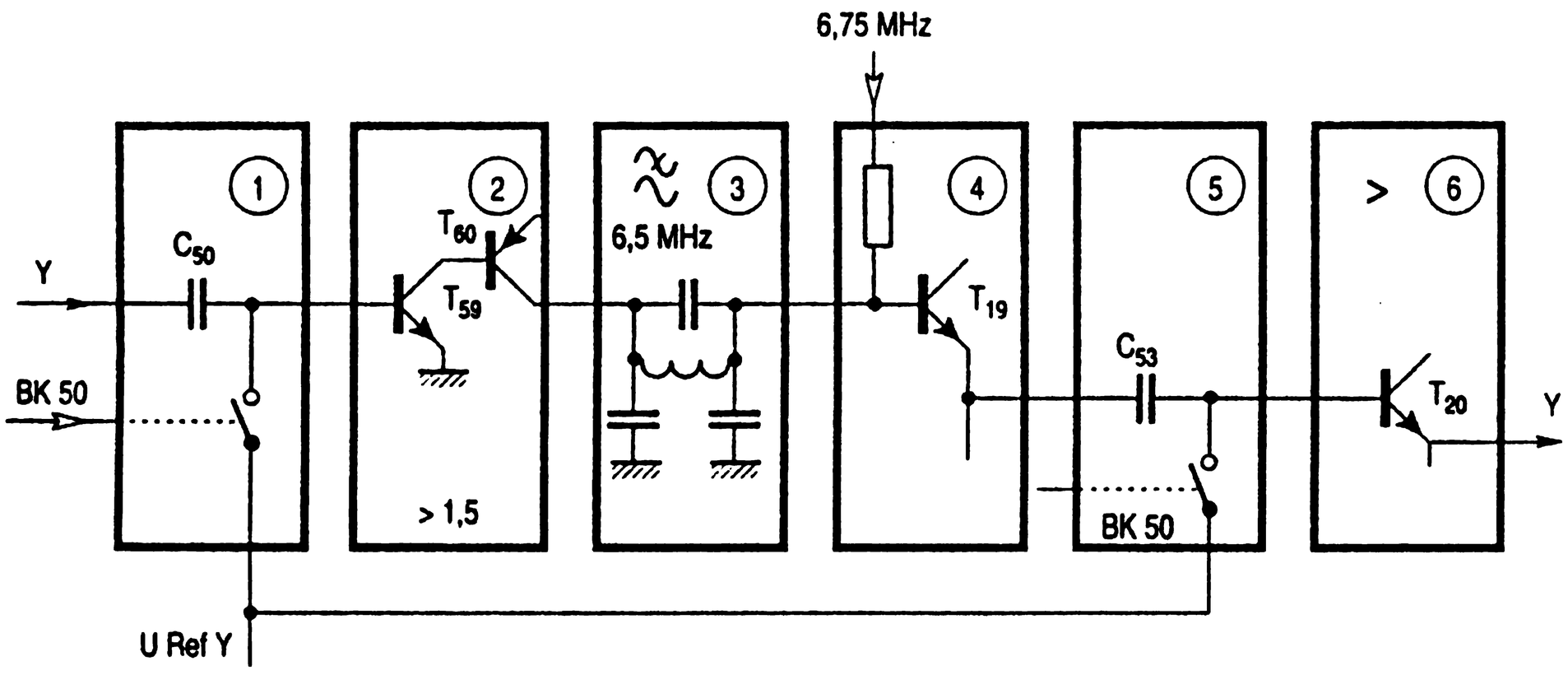


Fig. 94 : Châssis FL1.* : préparation du signal de luminance Y avant numérisation.

(1) La fonction permet de *clamper* le signal Y sur une tension UY.
(2) L'amplificateur réalisé autour de T59 et T60 a une amplification en tension de l'ordre de 1,5.
(3) La fonction limite la bande vidéo à 6,5 MHz et assure donc la compatibilité avec une réception D2MAC. Ce circuit réalise le filtre d'anti-recouvrement (*anti-aliasing filter*).
(4) Le transistor T19 monté en collecteur commun réalise une adaptation d'impédance.
(5) C53 et la commutation synchrone de BK50 réalise un second circuit de *clamp*.
(6) La fonction assure la liaison vers le circuit d'échantillonnage et de quantification.

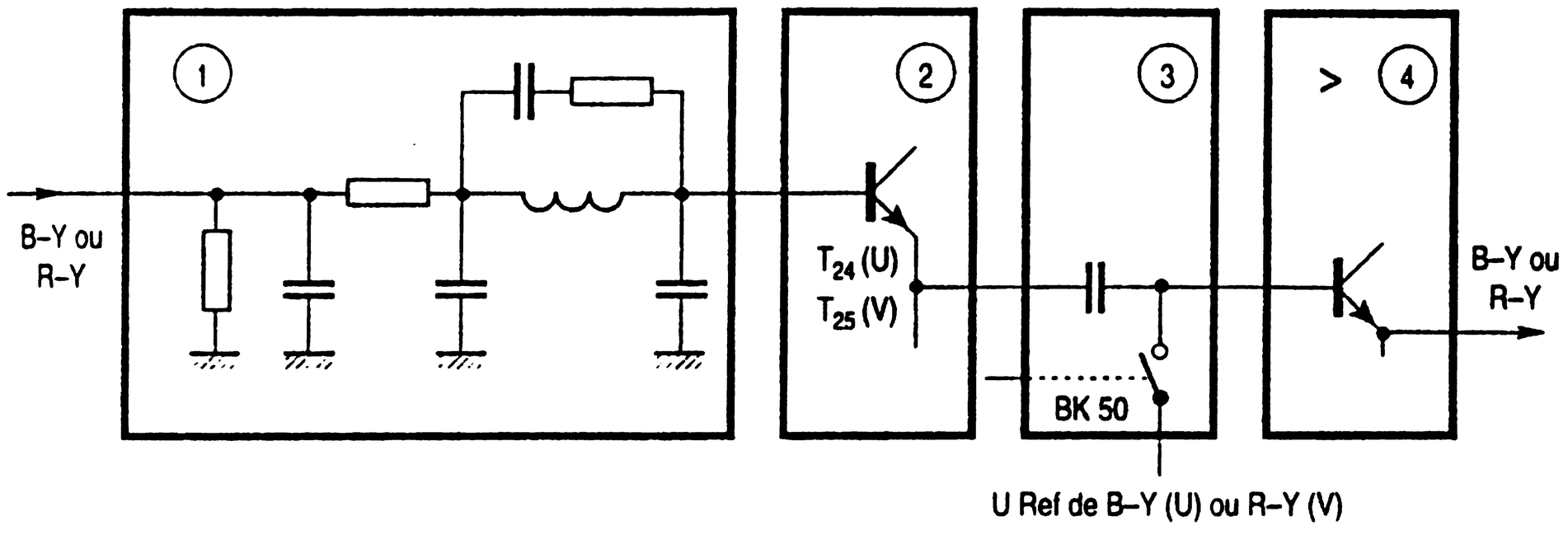


Fig. 95 : Châssis FL1. : préparation des signaux de chrominance avant numérisation.*

Le schéma précédent (fig. 95) décrit les fonctions réalisées dans les voies R-Y et B-Y avant numérisation. La courbe de réponse du filtre (1) est caractéristique d'un filtre passe bas dont la fréquence de coupure se situe à 1,5 MHz, permettant ainsi la transmission complète d'un signal de chrominance issu d'une réception D2MAC. La fonction (3) permet de *clamper* le signal de chrominance avant échantillonnage.

Numérisation, quantification de Y, R-Y, B-Y

Les signaux Y sont codés sur 7 bits. Si l'on considère que la dynamique du signal Y est limitée à 3,6 V, on pourra calculer facilement l'amplitude de l'erreur maximale théorique due à la numérisation.
La bande passante nécessaire aux signaux de différence R-Y et B-Y étant environ quatre fois plus réduite que la bande passante nécessaire à Y, on ne conserve qu'un échantillon sur quatre sur les voies R-Y et B-Y. Les signaux R-Y et B-Y étant codés sur 7 bits, on réalise un conversion parallèle/série sur des demi-mots de 4 bits.

Mémoire de trame, écriture, lecture

On calcule la capacité mémoire nécessaire au stockage de Y puis de R-Y et B-Y pendant une trame :
• durée de l'aller trame : 18,4 ms,
• fréquence d'échantillonnage fs :13.5 MHz,
• codage : 7 bits,
• capacité Y : 1,74 Mbits.

Le stockage de Y pendant une trame impose qu'on utilise 2 RAM de 1 Mbit chacune. La bande passante des signaux R-Y et B-Y n'étant que de 1,5 MHz tout au plus (alors que la bande de Y est de 6.5 MHz), on ne conserve qu'un échantillon sur quatre. La mémoire nécessaire pour stocker les signaux R-Y et B-Y pendant une trame n'est que de 1 Mbit (fig. 96).

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

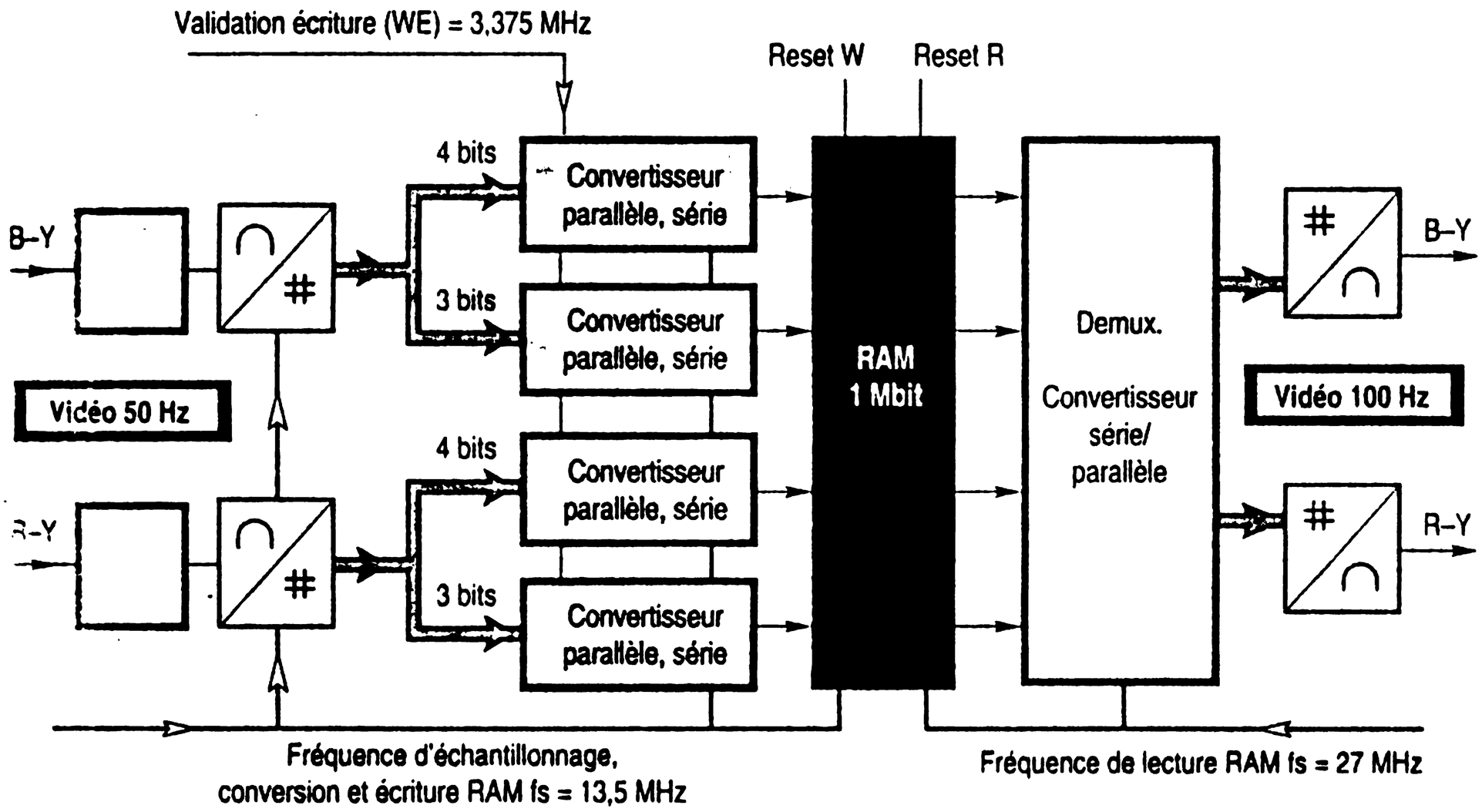


Fig. 96 : FL1. : compression des signaux de chrominance (vidéo 100 Hz).*

L'organisation des mémoires est particulière (fig. 97) ; les circuits d'adressage à l'écriture (horloge 13,5 MHz) sont séparés des circuits d'adressage à la lecture (horloge 27 MHz). La structure est complétée par les circuits de validation de transfert des données. Un circuit est nécessaire à l'écriture, un second circuit à la lecture. La commande des circuits de validation est synchrone des horloges 13,5 MHz et 27 MHz.

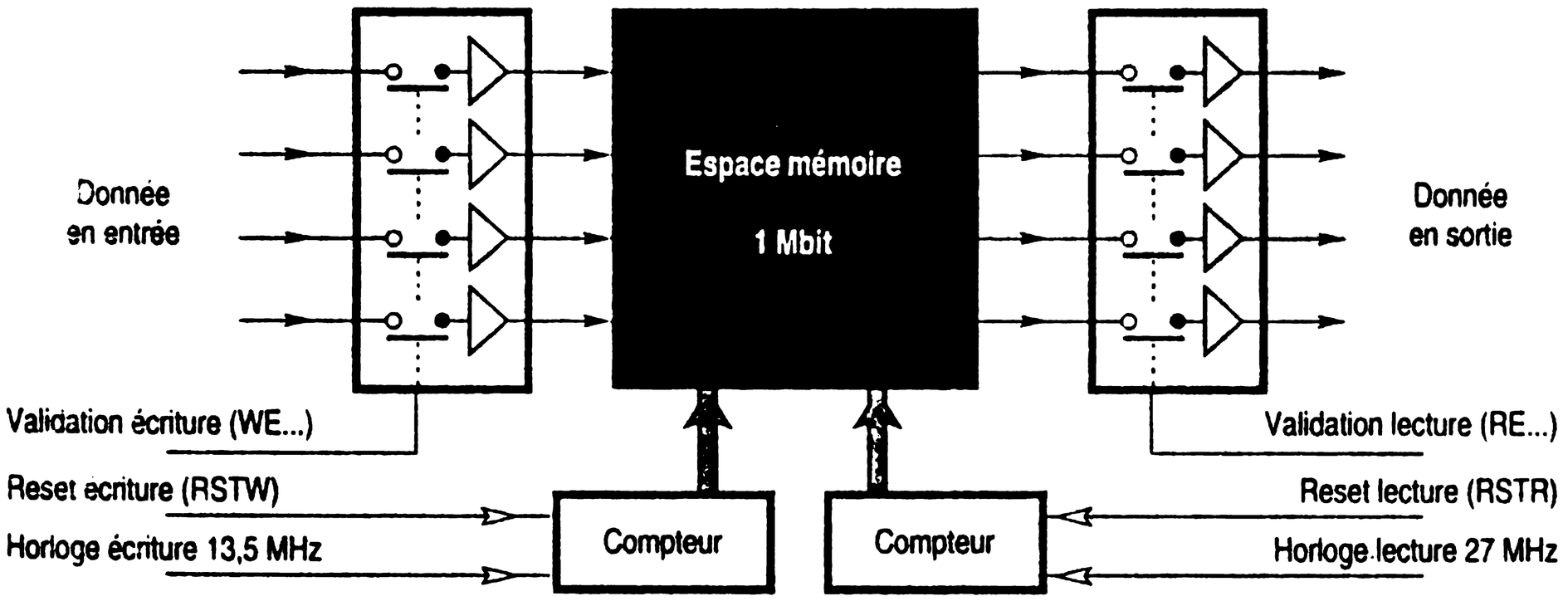


Fig. 97 : Agencement interne des circuits mémoire utilisé pour le traitement vidéo 100 Hz.

AGENCEMENT DES CIRCUITS D'ASSERVISSEMENT VIDÉO

Caractéristiques du tube cathodique

Rappel des grandeurs électriques

Les tubes cathodiques actuels utilisent une tension d'anode de post-accélération (THT) de 22 à 32 kV.
Le courant de faisceau moyen par canon est de 1 mA.
La tension G3 (concentration) est de 30 % de la THT.

Si la tension G2 (première anode) est de l'ordre de 400 V à 600 V, il faut appliquer une tension de cathode de l'ordre de 120 V pour obtenir l'extinction du *spot* (*cut-off*), sachant que G1 (Wehnelt) est à la masse.
Si la tension G2 (première anode) est supérieure à 600 V (800 V par exemple), il faut appliquer une tension de cathode de l'ordre de 150 V pour obtenir l'extinction du *spot* (*cut-off*), sachant que G1 (Wehnelt) est à la masse.

Conséquences

Des amplificateurs vidéo alimentés en haute tension (HT) sont nécessaires à la commande du tube cathodique.
Il est également nécessaire de compenser les dérives ou les caractéristiques différentes de ces amplificateurs dont, en particulier, le gain.
Des courants de fuite peuvent aussi apparaître dans la chaîne d'amplification.
Chaque canon peut être modélisé par une source de courant et une résistance interne.

Rappel des caractéristiques de fabrication

La réduction du diamètre du col du tube cathodique et le montage en ligne des trois canons RVB dans les tubes auto convergents (PIL – *Precision In Line*) font que les électrodes constituant les canons sont communes, à l'exception de la cathode utilisée à la commande de chaque faisceau.
La dispersion des caractéristiques mécaniques des éléments composant les canons fait que les caractéristiques électriques de chaque canon sont différentes.

La figure 98 montre que la pente de la fonction de transfert caractérisant chaque canon est différente. La pente de la fonction de transfert de chaque canon est comparable à la pente de la fonction de transfert d'un transistor à effet de champ. Il en résulte que pour une même tension de commande, le courant de faisceau produit par un canon est différent du courant de faisceau produit par les autres canons.

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

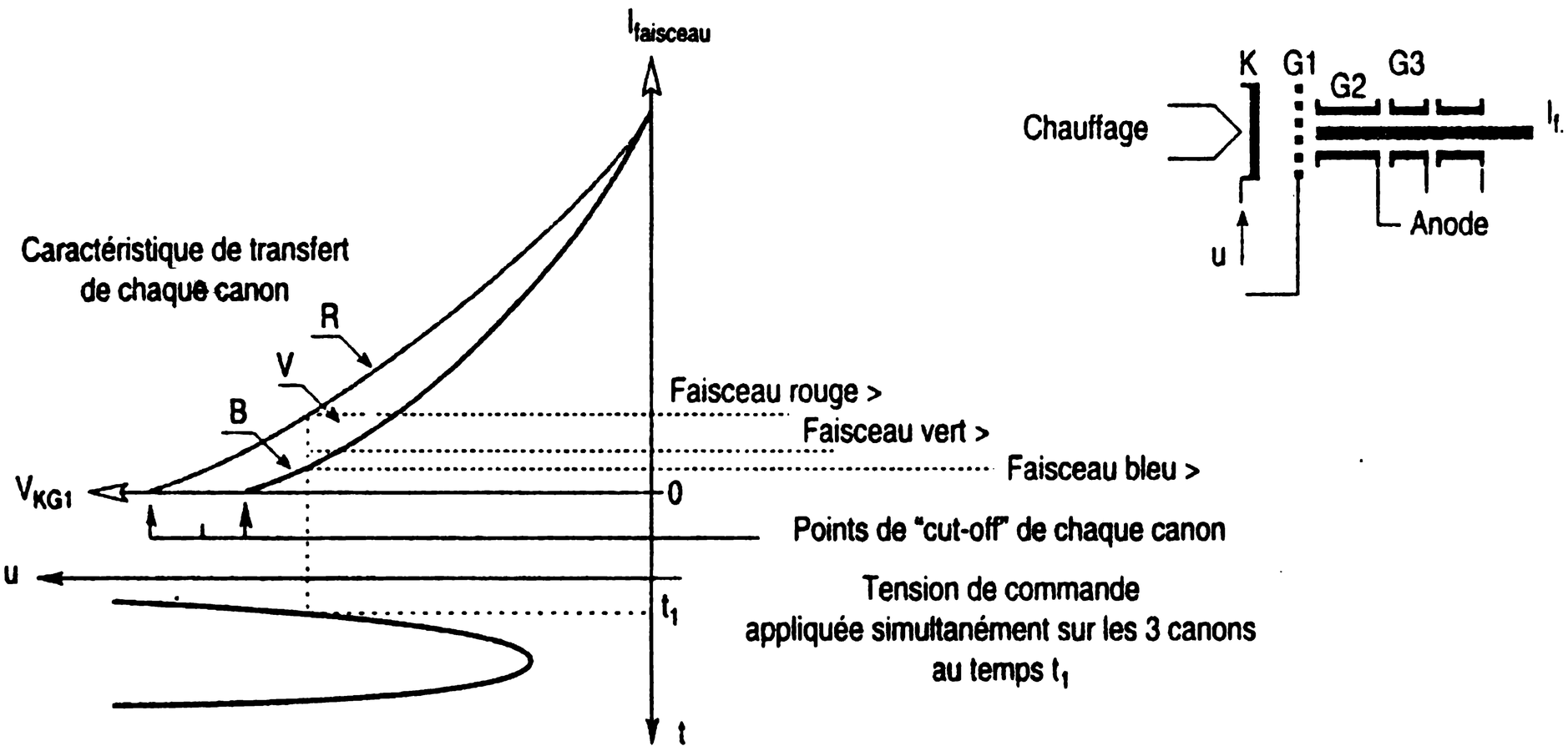


Fig. 98 : Dispersion des caractéristiques des canons du tube cathodique.

Dans l'exemple de cette figure, le courant de faisceau du canon rouge est supérieur au courant de faisceau du canon vert, lui-même supérieur au courant de faisceau du canon bleu.

Pour obtenir le même courant de faisceau sur chaque canon RVB, il faut appliquer une commande de cathode prenant en compte les caractéristiques propres à chaque canon :

- les faisceaux doivent être coupés pendant les retours ligne et trame. La figure 98 montre des points de *cut-off* différents pour chaque canon,
- il ne doit pas y avoir de dominante de couleur quelle que soit la valeur moyenne de la lumière de l'image restituée. La figure 98 montre des pentes différentes pour chaque canon : au temps t1, les faisceaux ne sont pas identiques, il en résulte une erreur de couleur.

Rattrapage de la dispersion des points de cut-off de chaque canon

Les trois canons doivent être éteints pendant les retours ligne et trame. On doit donc déterminer l'alignement des paliers de retour ligne et trame (*clamp*) en fonction du point de *cut-off* réel de chacun des canons (fig. 99), sachant que ce point peut se déplacer quand le tube vieillit. On réalise un asservissement appelé *cut-off* automatique.

Correction de la dispersion de la caractéristique de transfert de chaque canon

Pour obtenir un blanc sans dominante de couleur, il est nécessaire d'ajuster l'amplitude des tensions de commande RVB en fonction de la pente réelle des caractéristiques de transfert des canons RVB. Pour cela, asservir le gain de la chaîne d'amplification RVB. C'est ce qu'on appelle le « gain automatique ».

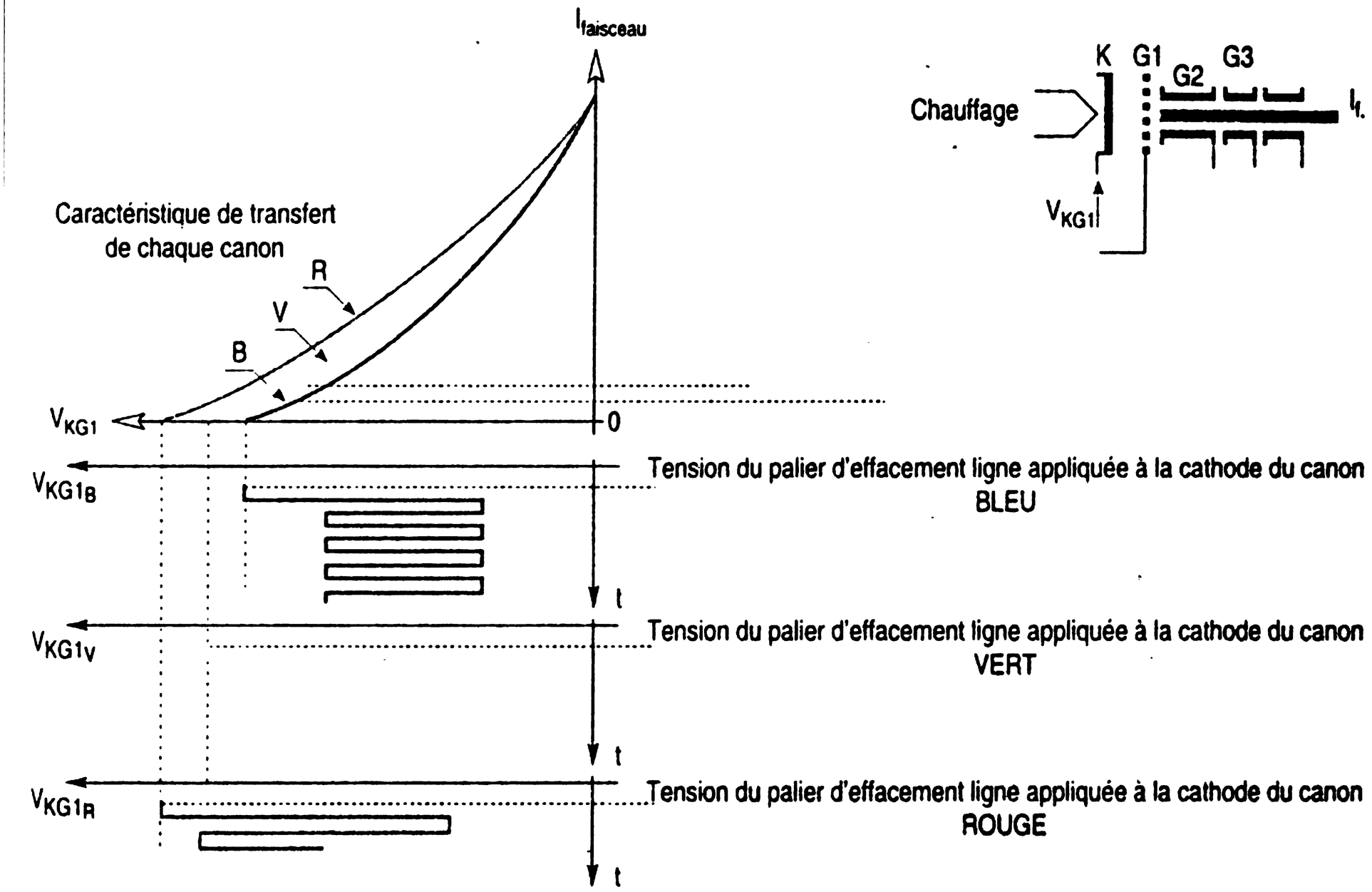


Fig. 99 : Alignement des paliers de retour sur le point de cut-off de chaque canon.

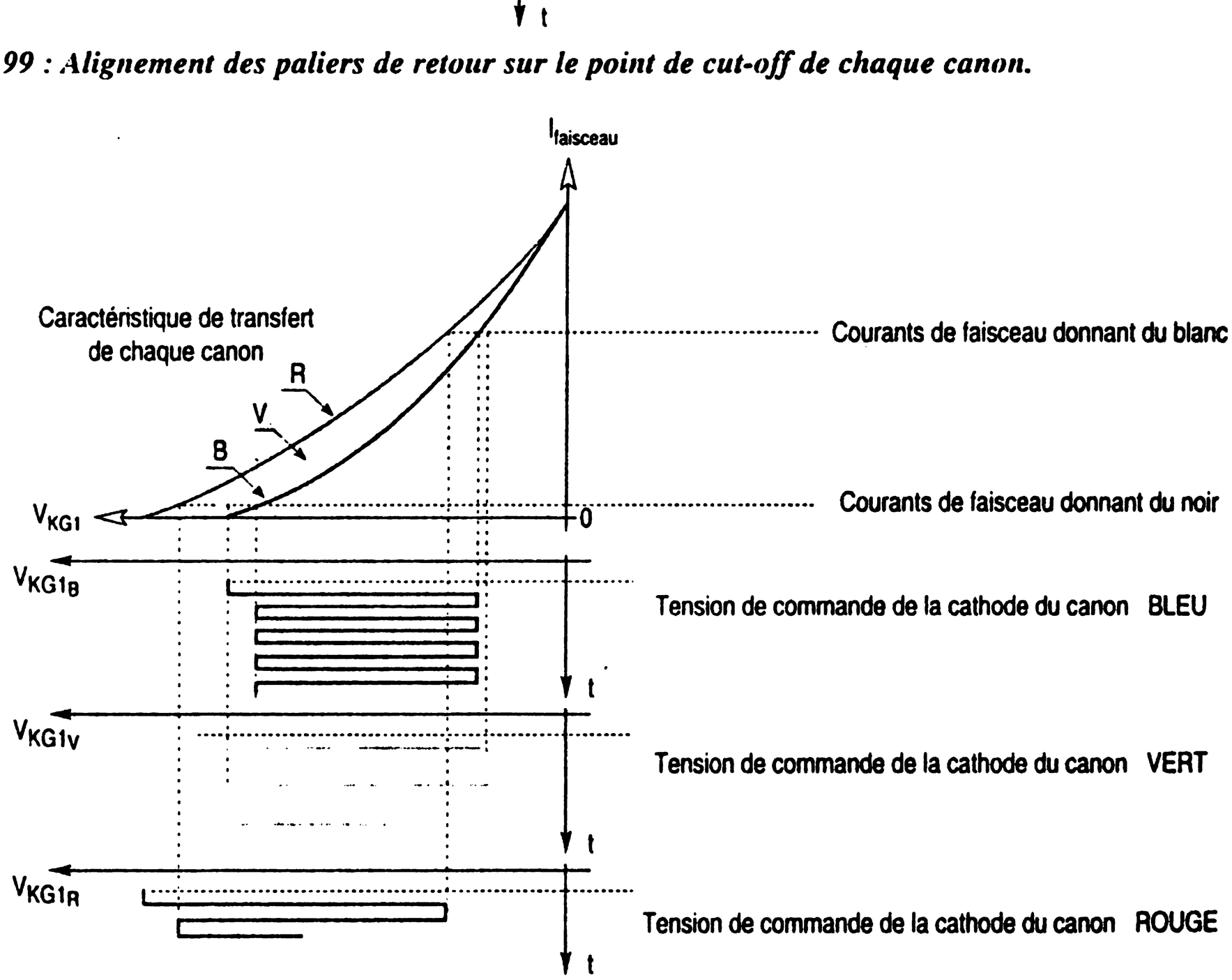


Fig. 100 : Importance de la pente de la caractéristique de transfert de chaque canon dans la reproduction d'une image sans dominante de couleur.

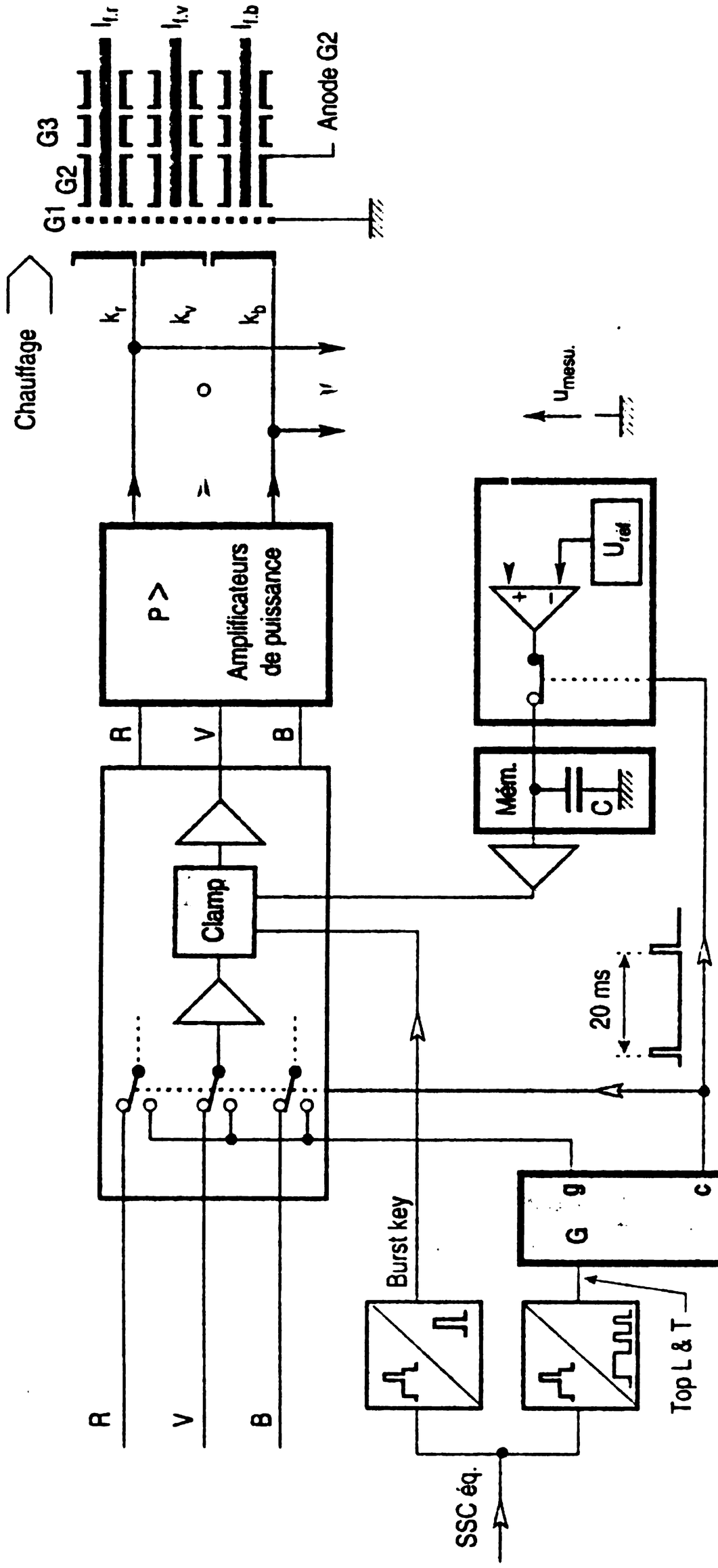


Fig. 101 : Circuit d'asservissement du « cut-off automatique ».

REMARQUE Compte tenu des dimensions réduites des canons il y a risque de surtensions accidentelles dues à des courts-circuits intempestifs entre électrodes. Des éclateurs sont prévus sur le support du tube. La mise à la masse des éclateurs doit être réalisée sans résistance série.

Principe du cut-off automatique

Il s'agit d'un asservissement prenant en compte les défauts de la chaîne d'amplification RVB, des dispersions des caractéristiques et vieillissement des canons du tube cathodique (fig. 101).

On compare à une valeur de référence le résultat de la mesure de chacun des courants de faisceau RVB. Le résultat de la comparaison mémorisé trame après trame est stocké dans des condensateurs. Il permet d'ajuster le point de repos d'un amplificateur de la chaîne, et ce, pour chacune des voies RVB.

La mesure du courant de faisceau est faite dans des conditions particulières et définies ; un niveau correspondant à une ligne d'un gris moyen ou d'un gris sombre est généré. Il est généralement situé en fin de retour trame, aux alentours des lignes 18 à 22.

Selon la configuration des circuits (structure parallèle ou structure série), la mesure peut être effectuée (fig. 102) :
• simultanément pour les trois canons pendant une ou deux lignes (trois circuits d'asservissement sont nécessaires : c'est l'organisation fonctionnelle partiellement représentée sur la figure 101),
• séquentiellement pour chaque canon : chaque canon est commandé indépendamment des deux autres canons. Un circuit de mesure commun aux trois cathodes suffit (structure série).

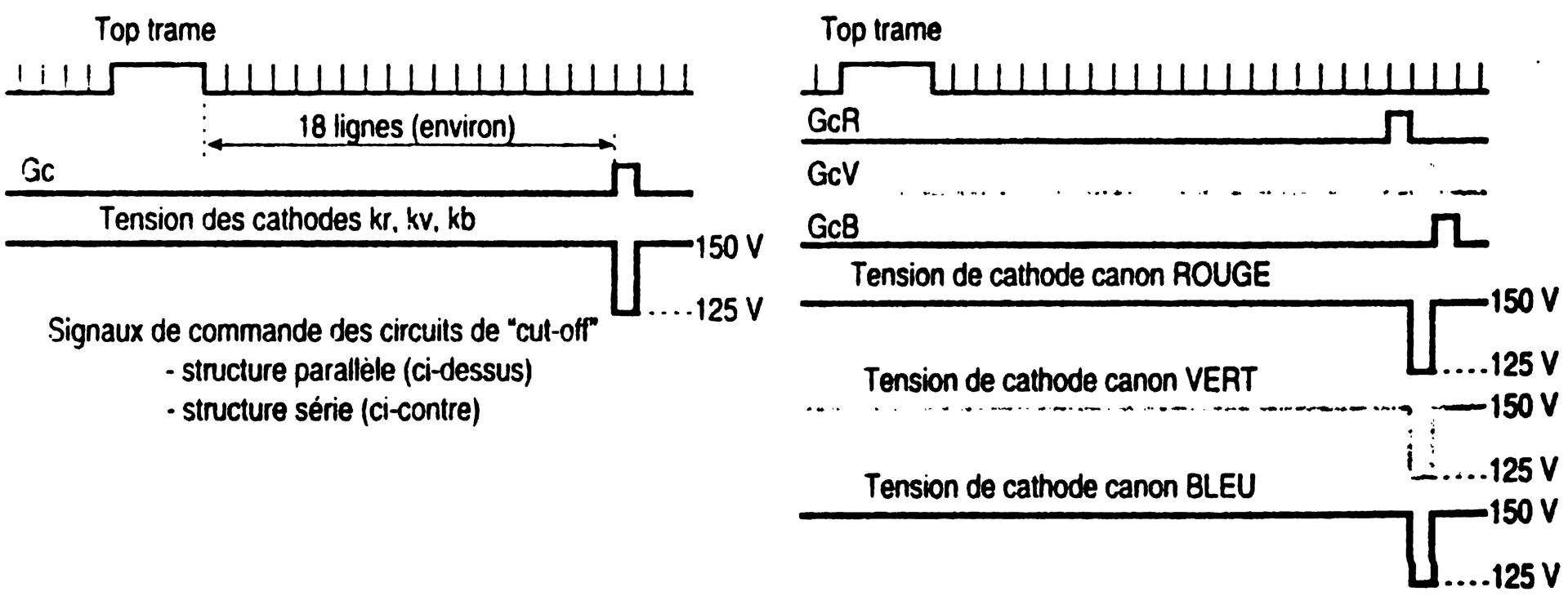


Fig. 102 : Oscillogrammes des tensions de commandes permettant la mesure du « point de cut-off ».

Mesure du courant de faisceau

Deux solutions sont envisagées :

• mesure du courant du faisceau résiduel de chaque canon ou, une tension image du courant de faisceau,

• chaque voie RV ou B est assimilée à un diviseur potentiométrique constitué de la chaîne d'amplification vidéo d'une part et de la résistance interne du canon d'autre part, sachant qu'elle est fonction des dispersions des caractéristiques mécaniques puis du vieillissement (émission de cathode) de chaque canon.

La grandeur de référence est fixée par *hard* ou par *soft* et elle est alors transmise par le bus I2C.

Principe du gain automatique

Le même principe du réglage automatique de *cut-off* est appliqué. Le niveau fixé pendant les lignes de mesure peut être différent. Dans certaines applications, le *cut-off* automatique et le réglage du gain sont simultanés.

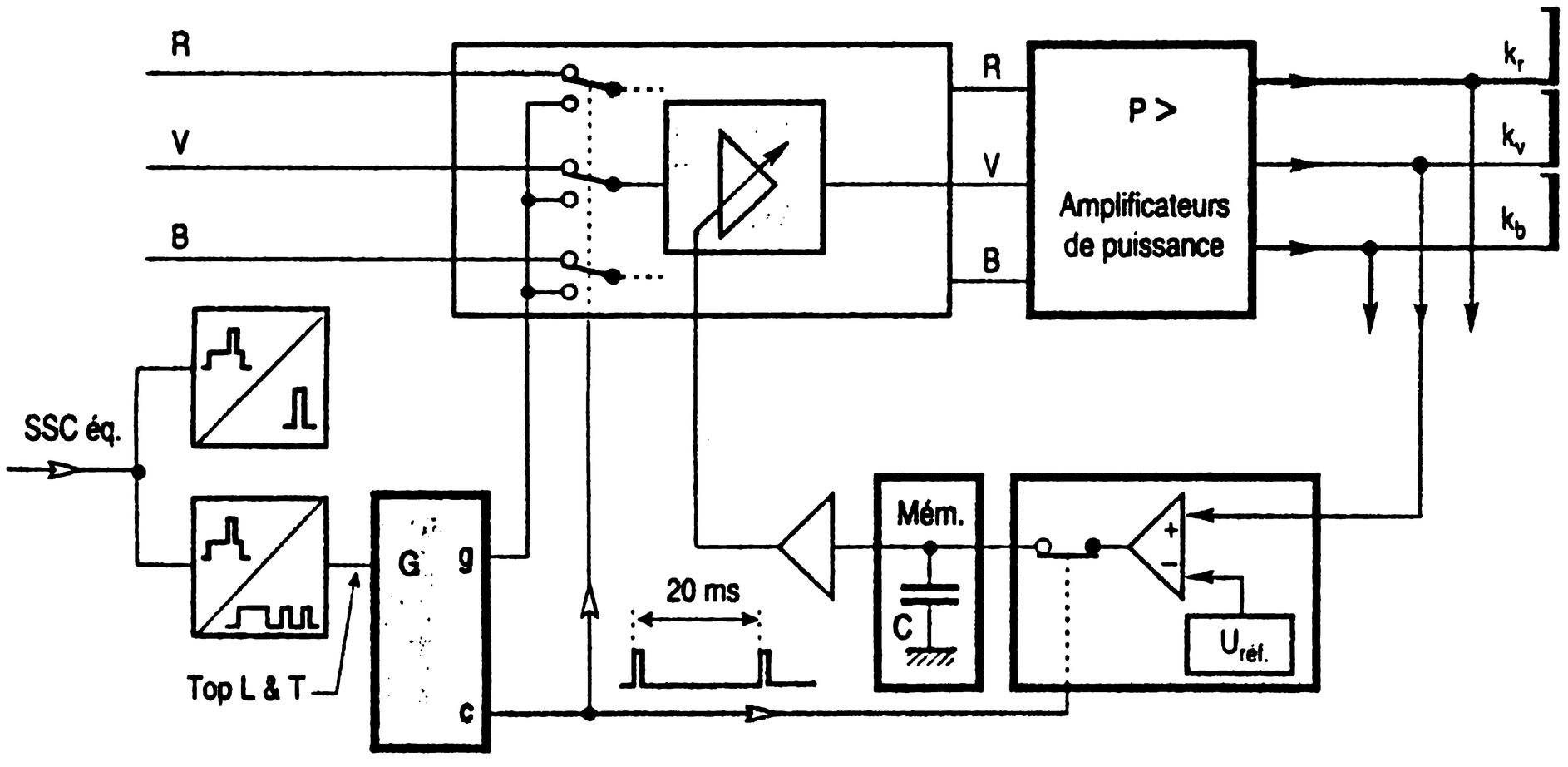


Fig. 103 : Circuit d'asservissement du « gain automatique ».

Freins de faisceau SB, SSB, BCL, PBCL

But

Limiter l'action des commandes de lumière et de contraste pour les images ayant un contenu luminance élevé, risquant de mettre en danger la vie du tube par :

• la destruction partielle des couches de luminophores,

• l'augmentation des risques de court-circuit au niveau du canon,

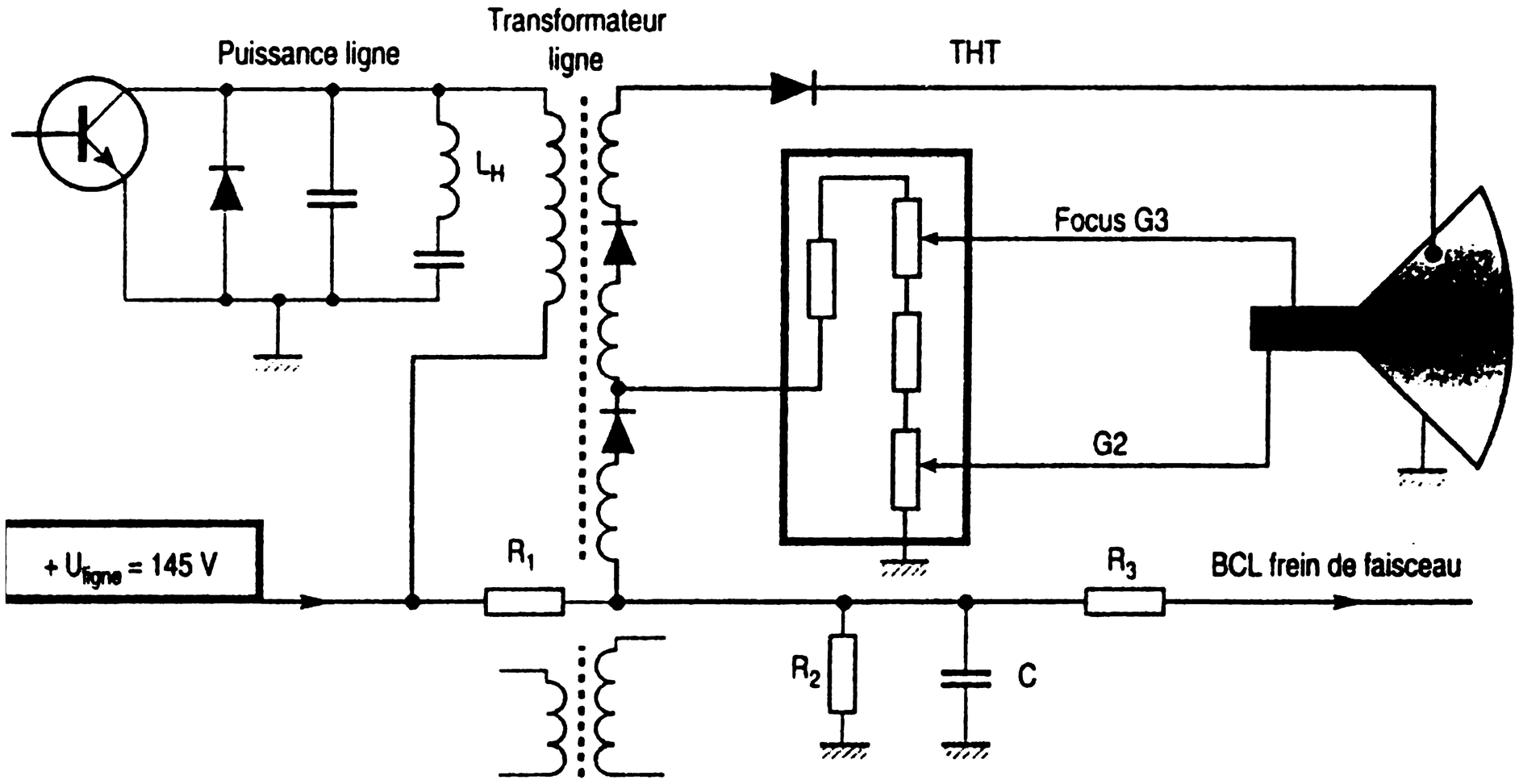
• la déformation permanente du masque après un échauffement prolongé.

Moyens mis en œuvre

Mesurer le courant de faisceau. Au delà d'un certain seuil enclencher un dispositif de limitation de lumière puis de contraste.
Selon les solutions technologiques adoptées, on mesure :
• la valeur moyenne du courant de faisceau ; l'information qui en est issue est appelée :
– BCL – *Beam Current Limiting*,
– SB – *Strahlstrom Begrenzet*,
• la valeur de crête du courant de faisceau ; l'information qui en est issue est appelée :
– PBCL – *Peak Beam Current Limiting*,
– SSB – *Spitze Strahlstrom Begrenzet*.

Mesure du courant de faisceau ; frein de faisceau BCL

L'information BCL (SB), image de la valeur moyenne du courant de faisceau, est mesurée en pied des enroulements secondaires du transformateur ligne permettant de produire la THT (fig. 104).



g. 104 : Circuit de mesure du courant de faisceau ou « frein de faisceau ».

Lors d'une image comportant des niveaux de blanc importants, le courant de faisceau augmente et décharge le condensateur C dont la charge est réinitialisée lors de chaque effacement (pendant les retours ligne et trame) à travers R1.

REMARQUE La tension aux bornes de C atteint des valeurs négatives.

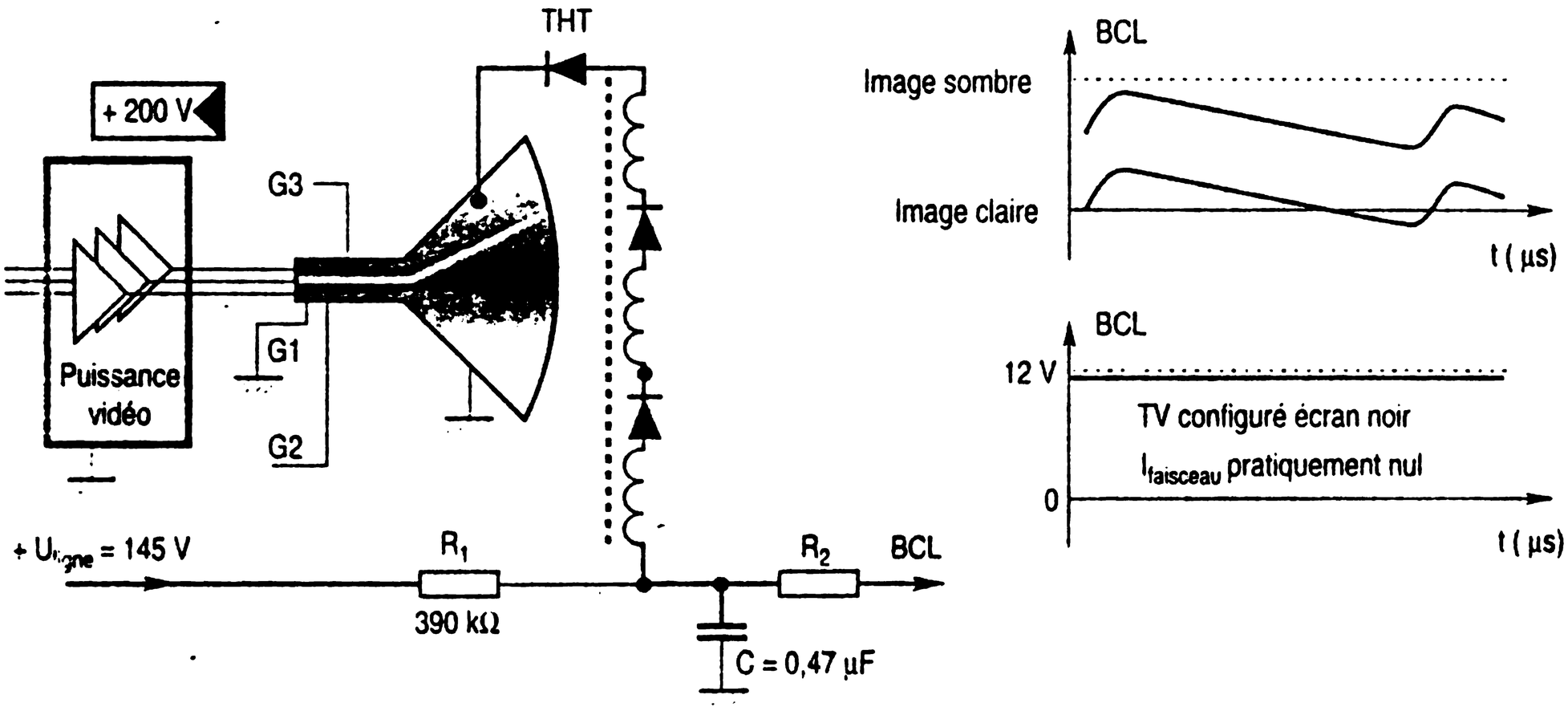


Fig. 105 : Variation de la tension de frein de faisceau BCL en fonction du contenu de l'image.

Valeur de crête du courant de faisceau PBCL

L'information PBCL (SSB), image de la valeur instantanée du courant de faisceau, peut être mesurée en sortie des amplificateurs RVB de puissance ou au niveau du graphitage du tube cathodique.

Le niveau du contraste (et éventuellement de lumière) est réduit.

Frein de faisceau

L'information de demande de limitation du courant de faisceau (frein de faisceau) est souvent la somme de :

- PBCL : valeur de crête du courant de faisceau,
- BCL : (valeur moyenne) mesurée en pied de l'enroulement secondaire du transformateur ligne produisant la THT.

Synthèse : organisation des circuits d'asservissement vidéo

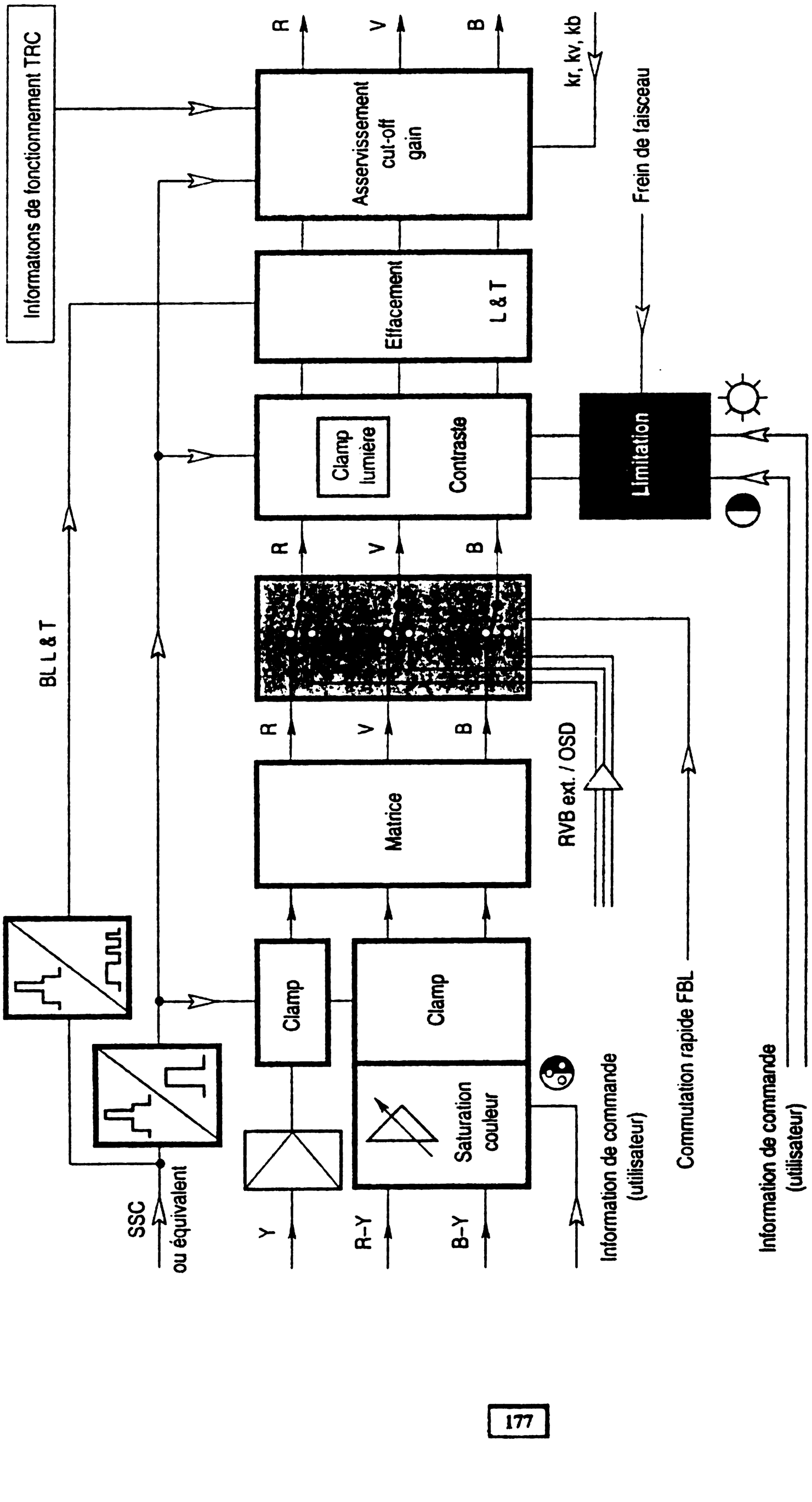


Fig. 106 : Circuits vidéo.

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

AMPLIFICATION DE PUISSANCE RVB

L'amplification de puissance vidéo est réalisée par trois amplificateurs identiques qui commandent chacun une cathode du tube.

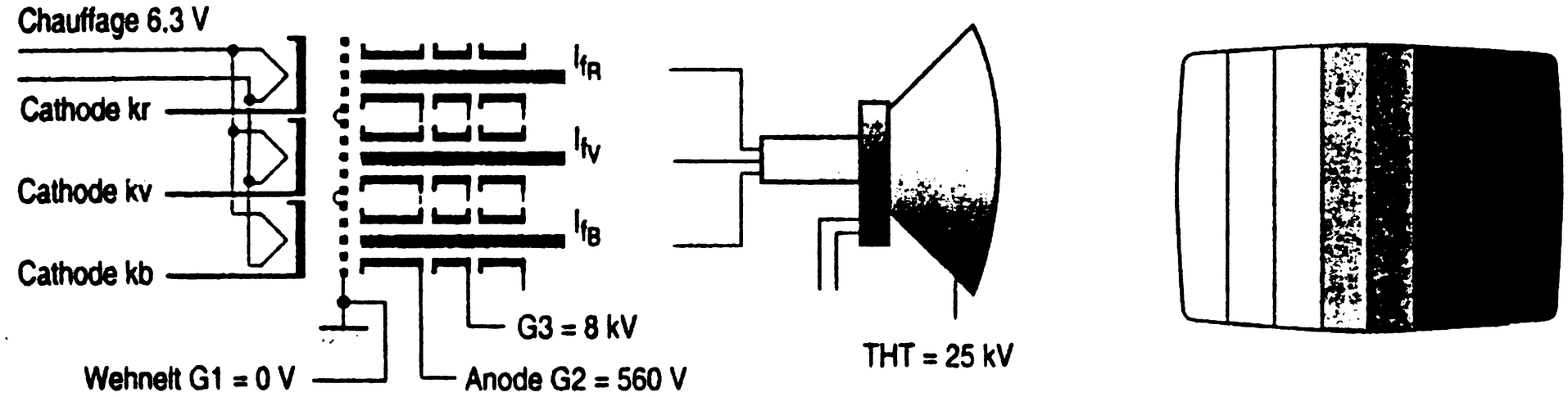


Fig. 107 : Canons R, V, B : commande et polarisations (exemple).

Le Wehnelt ou grille G1 est généralement fixe et au potentiel de la masse. Dès lors, quand la tension de cathode décroît, le courant de faisceau croît et la luminance augmente. Le point de *cut-off* est donc obtenu pour un potentiel positif de cathode de l'ordre de 120 V à 190 V selon la dimension et le format des tubes actuels (fig. 107 et 108).
Les signaux appliqués sur la cathode sont dans le sens d'une modulation négative.

Les liaisons entre l'amplificateur vidéo de puissance et le tube cathodique doivent être courtes et présenter une faible capacité par rapport à la masse. La platine amplificateur vidéo est donc directement arrimée sur le culot du tube. Cette disposition est importante et permet de réduire (dans la mesure du possible) les temps de montée lors des transitions.

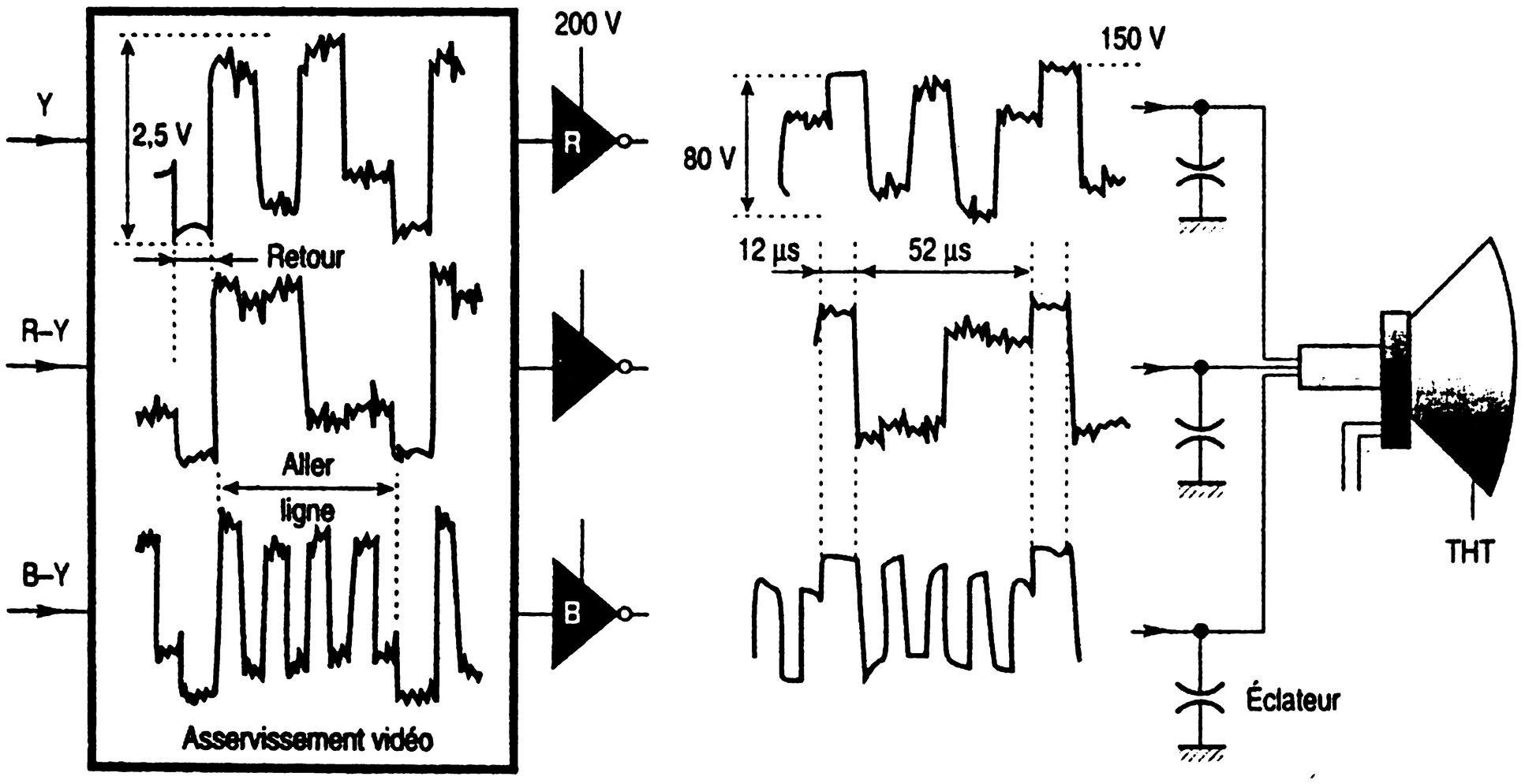
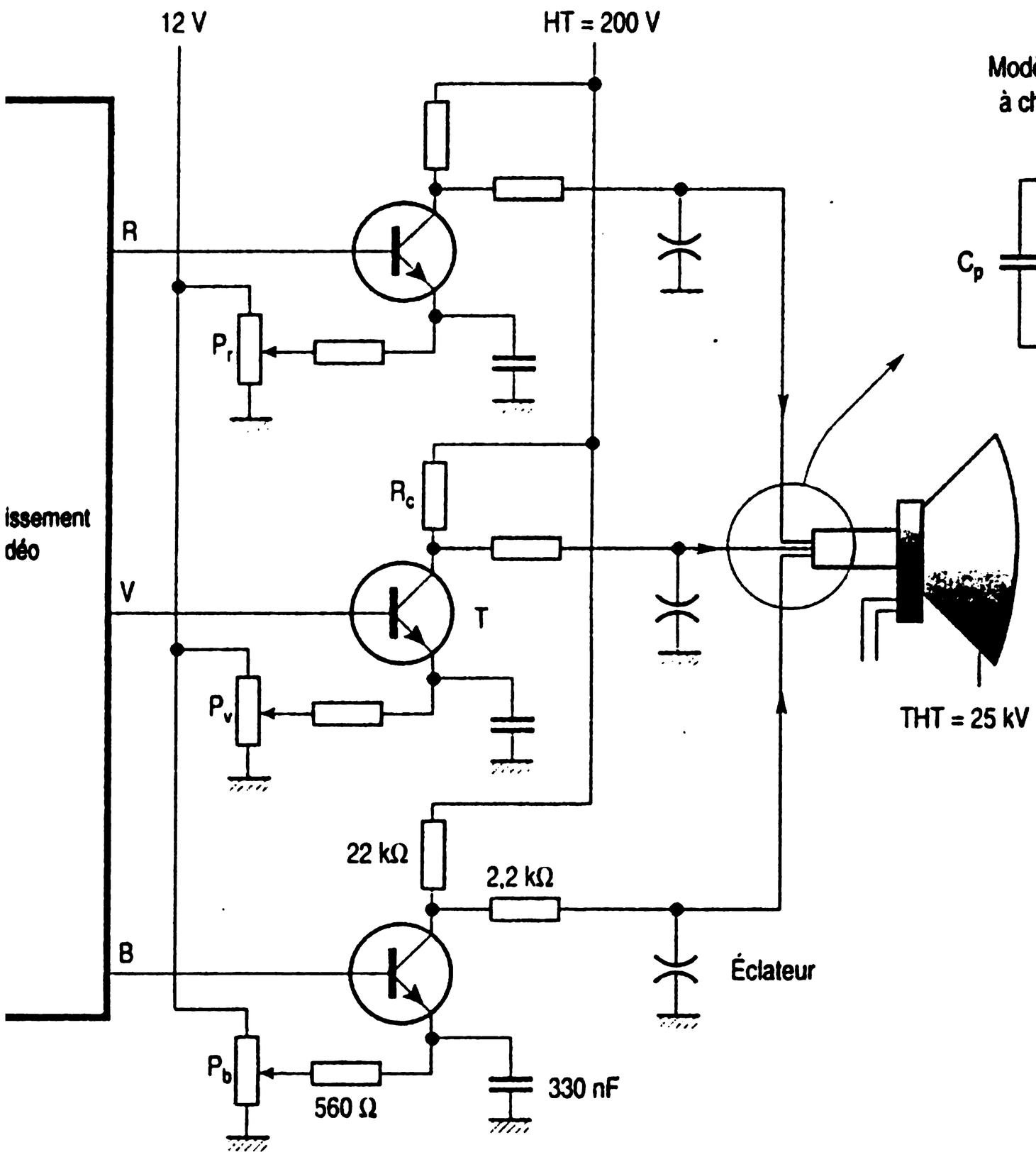


Fig. 108 : Oscillogrammes des tensions en entrée et en sortie des amplificateurs de puissance R, V, B.

La figure 108 montre les oscillogrammes des tensions en entrée des amplificateurs de puissance vidéo puis en entrée du tube cathodique. On remarque la position des retours ligne alignés à environ 150 V : les canons sont alors au *cut-off* (ceci n'est vrai que si les grilles G1 sont au potentiel de la masse).

La dynamique des signaux de commande est de l'ordre de 80 V. L'amplitude des signaux vidéo appliqués en entrée des amplificateurs de puissance est limitée par l'action du frein de faisceau.
Les écarts de dynamique entre les signaux de commande du tube et les différences entre les niveaux de *cut-off* permettent de rattraper les dispersions de caractéristiques sur les canons.



: Structure élémentaire des amplificateurs de puissance R, V, B.

La figure 109 représente la structure de base des amplificateurs vidéo. Si les condensateurs de 0,33 nF permettent une correction de linéarité en augmentant le gain aux fréquences élevées (pour un meilleur rendu des

transitions), aucun équipement n'est prévu pour permettre la réalisation des circuits de *cut-off* automatique et de gain automatique. D'autre part, les constructeurs ont amélioré la réponse de l'ensemble traitement vidéo de puissance/tube cathodique en prenant en compte la capacité parasite Cp (de l'ordre de 10 à 30 pF) équivalente des canons.

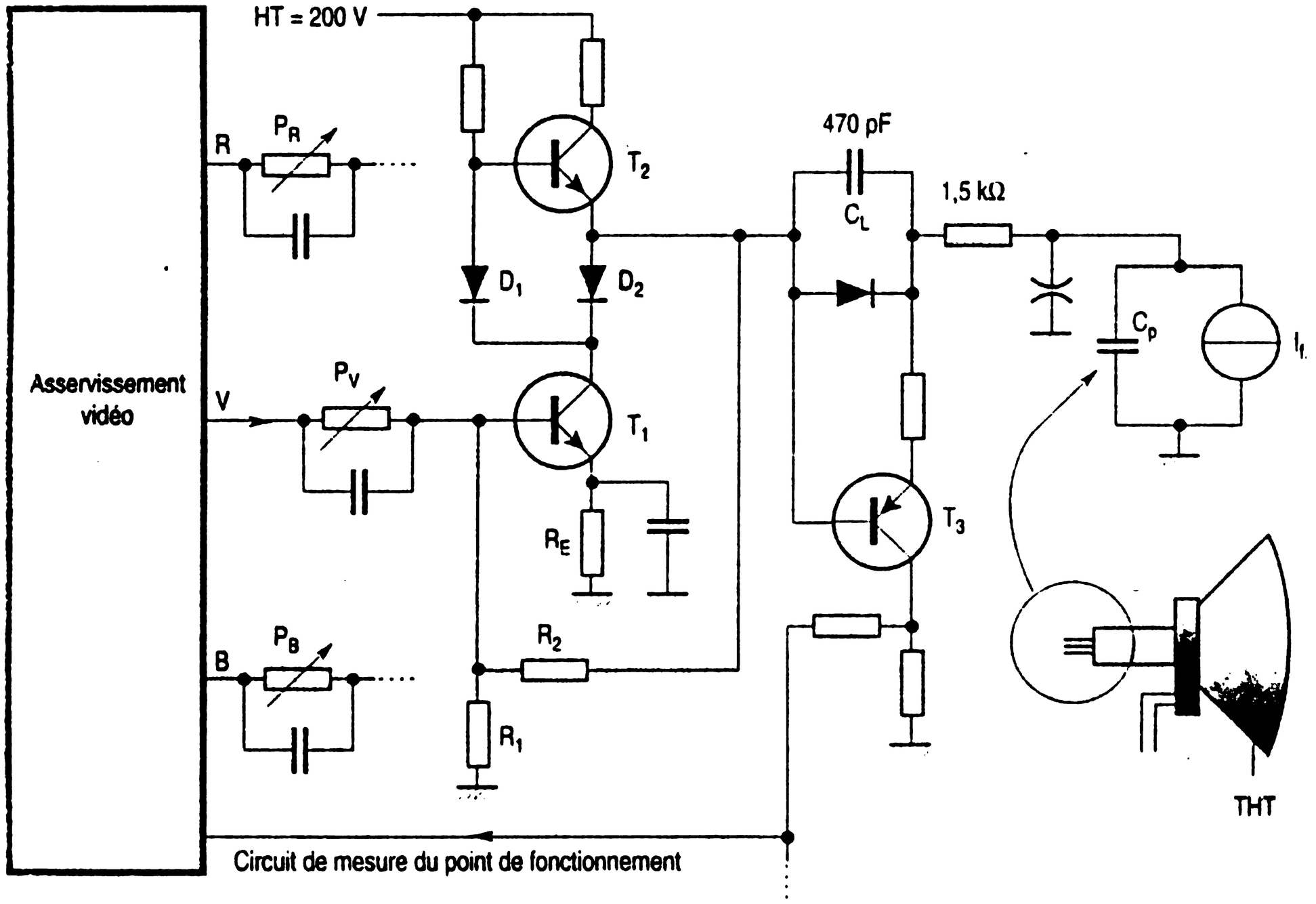


Fig. 110 : Structure typique avec correction et mesure du point de fonctionnement d'un amplificateur vidéo de puissance.

La lecture du schéma de la figure 110 montre que la résistance Rc du transistor T (de la figure 109) est remplacée par le transistor T2 et ses éléments associés.

Fonctionnement du transistor T2 et éléments associés

Sur un front descendant du signal de commande (passage d'un blanc à un noir par exemple) :

- la conduction de T1 diminue brusquement entraînant une montée rapide du potentiel de collecteur de T1. D1 a tendance à se bloquer,
- la tension Vbe de T2 augmente brutalement. Le courant de collecteur de T2 augmente rapidement,
- le courant de T2, *via* les circuits associés, permet de raccourcir le temps de réponse du canon (ce qui équivaut à une charge rapide de la capacité Cp du canon, la résistance équivalente au circuit de T2 étant inférieure à Rc).

Sur un front montant du signal de commande (passage du noir au blanc) :
• la conduction de T1 augmente, le potentiel de collecteur de T1 chute abaissant rapidement le potentiel des cathodes de D1 et D2,
• la tension Vbe de T2 diminue brutalement. Le courant de collecteur de T2 diminue rapidement,
• l'appel de courant nécessaire à maintenir la conduction de T1 décharge rapidement Cp.

Équilibrage des voies RVB et circuit de mesure

Le circuit de mesure du débit des canons et du comportement des amplificateurs vidéo est réalisé autour du transistor T3. Le résultat de cette mesure permet de gérer automatiquement le point de *cut-off* de chaque canon et l'amplification nécessaire à chaque voie RVB de façon à compenser les dispersions de pente des canons (balance des blancs).
Sur le schéma (fig. 109), le réglage de l'amplification n'est pas automatique mais réalisé par PV et PB. Les voies V et B sont réglées par rapport à la voie R.
Actuellement, les solutions technologiques évoluent vers une intégration des amplificateurs de puissance.

Soufflage du spot à l'extinction du téléviseur

Lors de la mise en veille ou de l'arrêt du téléviseur, les tensions baissent et le balayage s'interrompt ; il est important de pouvoir bloquer rapidement le courant de faisceau de façon à éviter tout risque de destruction des luminophores vers le centre de l'écran.

Les solutions technologiques suivantes peuvent être envisagées :
• bloquer les transistors de sortie des étages de puissance RVB ; les cathodes sont alors dans un état comparable à une haute impédance et le point de *cut-off* est rapidement atteint,
• polariser négativement le Wehnelt (G1) par une impulsion négative réalisée au moment de l'arrêt du téléviseur (fig. 111).

Au moment de l'arrêt du téléviseur, une tension positive sur la base entraîne la saturation de T. La tension aux bornes de C rend le Wehnelt (G1) très négatif : le faisceau est bloqué.

Autre exemple de structure réalisant le soufflage du spot

Le schéma propose une structure réalisée sur la base des circuits étudiés en figure 109. Lors du passage en veille du téléviseur ou lors d'une demande d'arrêt, la tension 12 V tombe à 0 V (fig. 112). La tension aux bornes de C5 sature le transistor T5. Le potentiel aux bornes de R5 augmente et bloque le transistor T4 pendant une durée suffisante pour permettre aux cathodes de se refroidir. De cette façon, le faisceau est interrompu avant que les amplitudes de balayage ligne et balayage trame ne soient tombées à zéro.

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

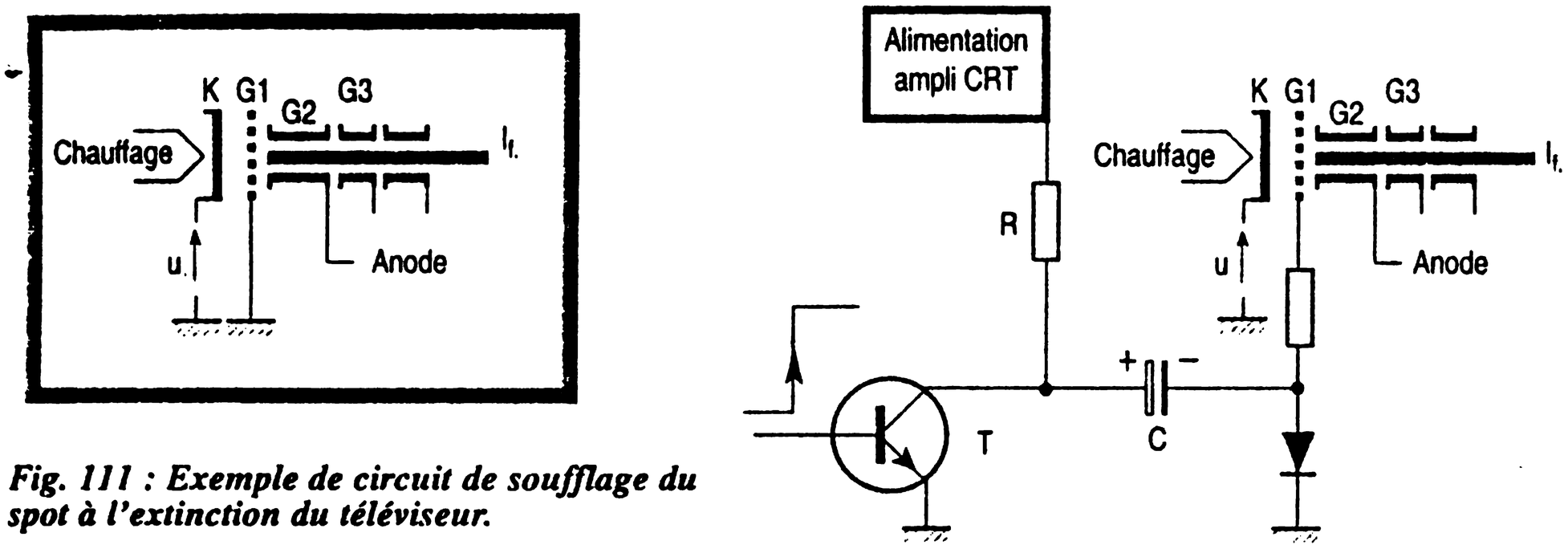


Fig. 111 : Exemple de circuit de soufflage du spot à l'extinction du téléviseur.

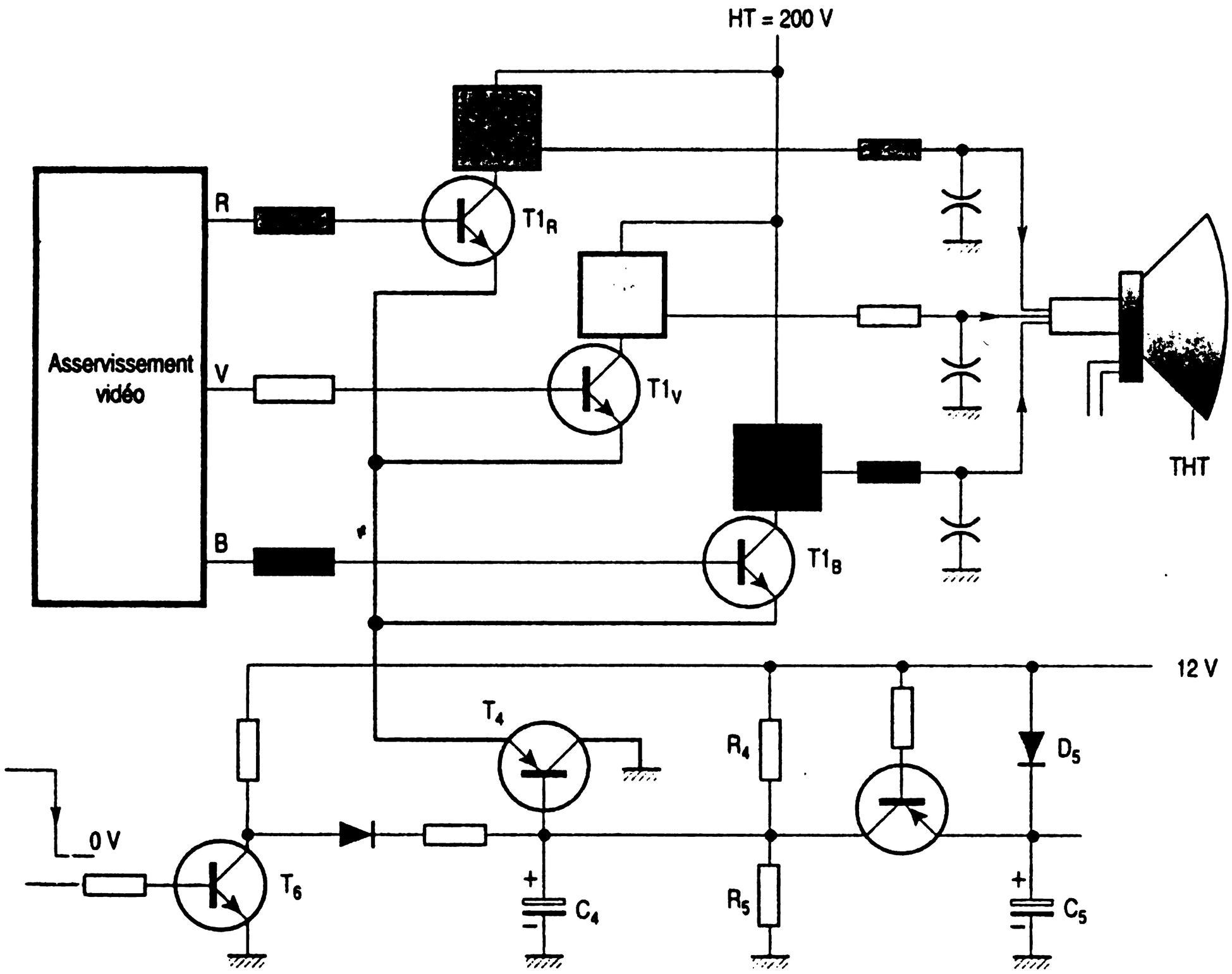


Fig. 112 : Circuits de puissance vidéo équipés de commande de mute vidéo et de circuit de soufflage du spot.

Mute vidéo

À partir d'un circuit de même type, il est possible de réaliser un *mute* vidéo. La mise à zéro de la base de T6 bloque le transistor (fig. 112). Le +12 V est alors appliqué sur la base de T4 et le bloque. Les transistors T1R, T1V, T1B sont alors bloqués : on observe un écran noir (*mute* vidéo).

CHAPITRE 5
SÉCURITÉ (DU TECHNICIEN ET DE L'USAGER)

PRESCRIPTION DE SÉCURITÉ

Le décret 75-846 du 26 août 1975 recommande :
- la mise à la terre de toutes les parties métalliques accessibles au toucher,
- les dispositifs évitant l'élévation des potentiels de masse.

La classe I définissant les appareils de mesure (oscilloscope), selon publication 348 de la CEI (Commission Électrotechnique Internationale), recommande les dispositions du décret.
Dans ce cadre, tous les appareils de mesure reliés au secteur doivent :
- être équipés d'un cordon d'alimentation 2 + terre,
- être branchés sur une prise de courant disposant d'une prise de terre,
- posséder une connexion de masse qui ne doit jamais être interrompue.

Les téléviseurs ne disposant pas de transformateur d'isolation galvanique placé directement après la prise secteur (soit 95 % des récepteurs actuels), il est observé que la masse primaire peut être au potentiel d'une phase du réseau EDF selon la position de la prise de courant.

Les oscilloscopes utilisés lors des mesures sont de classe de protection 1 ; dès lors, les parties métalliques sont reliées à la terre. Il convient de respecter la règle des masses équipotentielles.

NOTE — **Les interventions, les essais et les opérations de maintenance ne peuvent être réalisés que par un professionnel habilité.**

En essais, la liaison entre la masse de l'oscilloscope et la masse primaire du téléviseur peut être dangereuse. Pour pallier à cet inconvénient, utiliser un transformateur d'isolement de rapport unité (fig. 1).

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

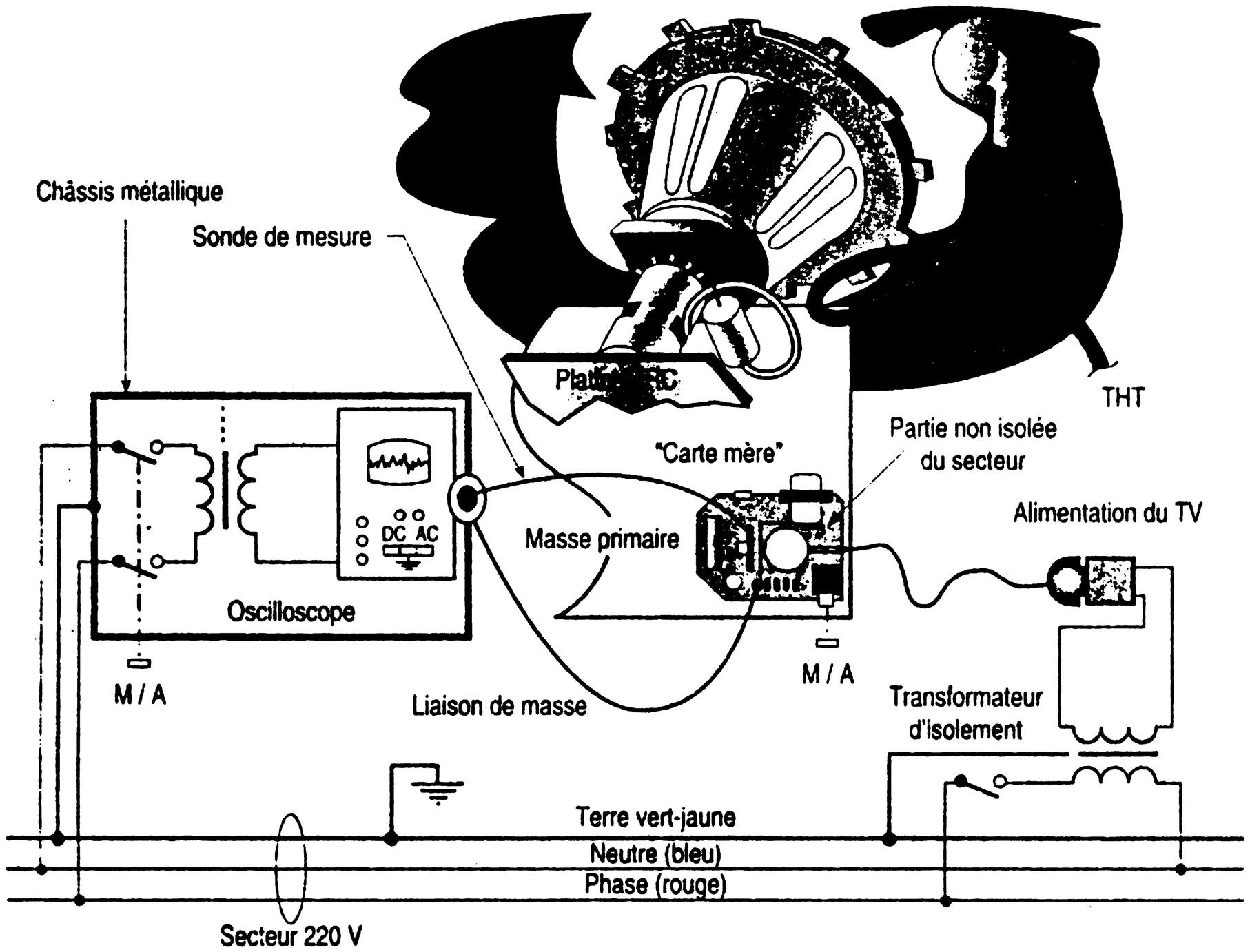


Fig. 1 : Utilisation d'un transformateur d'isolement.

PRÉCAUTION À L'OUVERTURE DU BOÎTIER

Lors du démontage du capot arrière, débrancher préalablement le cordon secteur !

Après essais ou mise sous tension

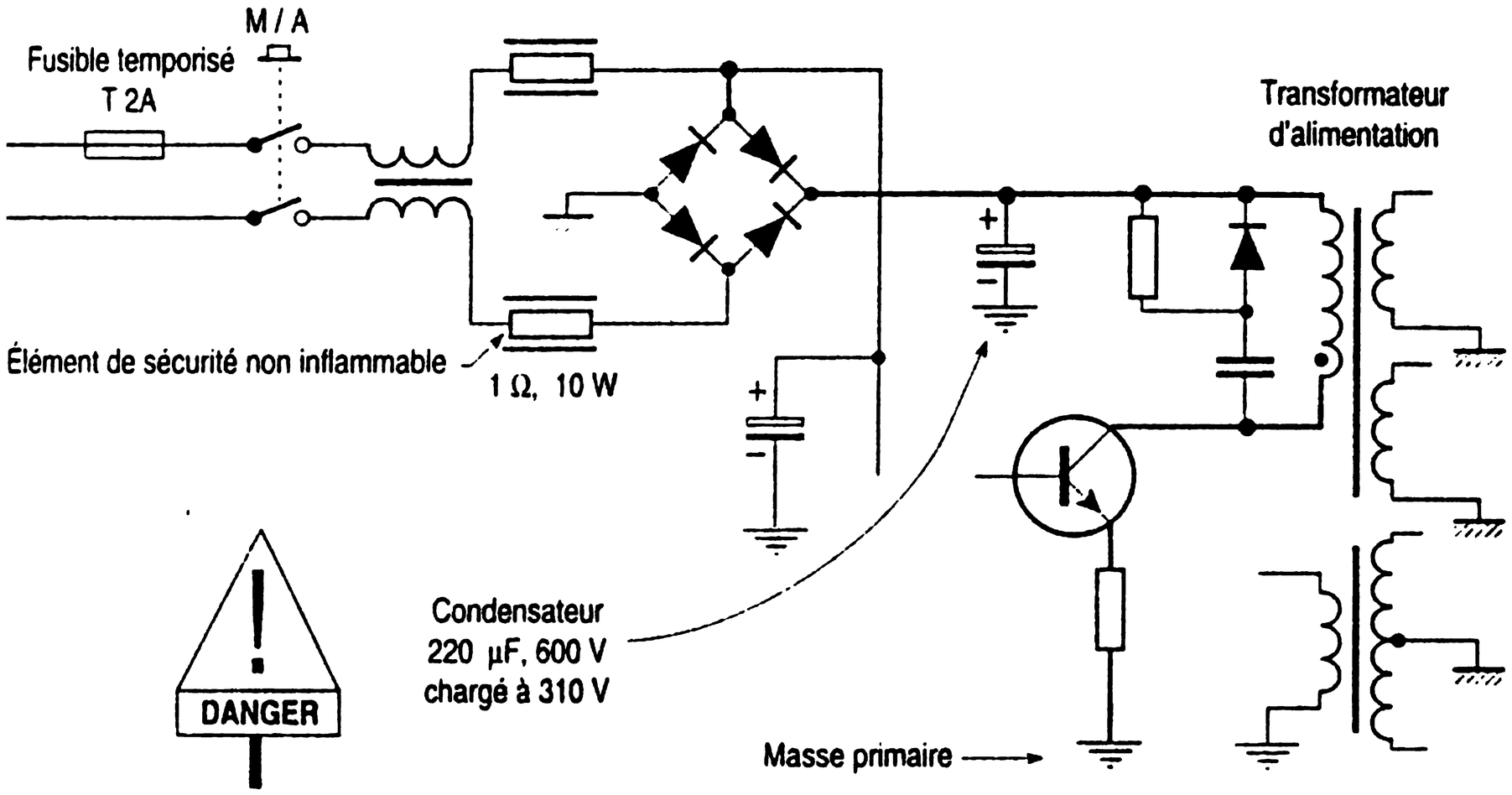
Certains condensateurs de forte capacité peuvent conserver une charge importante susceptible de créer de forts désagréments, même après interruption de l'alimentation secteur !

En particulier

Le condensateur de filtrage du circuit primaire de l'alimentation principale (fig. 2) reste chargé à une tension de l'ordre de 300 V !
La tension secteur est 220 V, en valeur efficace. Après redressement double alternance par le pont de diodes, le condensateur est pratiquement chargé à la valeur de crête soit :

$$200\sqrt{2}$$

Attention au contact avec la peau ! (même par les plots de la prise du cordon secteur débranché lorsque l'interrupteur M/A reste fermé).



: Vue partielle du circuit primaire de l'alimentation du téléviseur.

En cas de branchement d'un appareil de mesure (ohmmètre) aux bornes du condensateur : il y a risque important de destruction de l'appareil de mesure si le condensateur est chargé !

La ventouse THT sur le tube cathodique : le graphitage interne du tube image relié à la THT constitue un condensateur avec le blindage externe relié à la masse du téléviseur (fig. 3). Même si la capacité n'est que de quelques nanofarads, la tension THT étant d'environ 27 kV, il y a de quoi provoquer des dégâts ! Et faire *réagir* violemment un technicien imprudent, au risque de le voir projeter le téléviseur hors de la table et se blesser !

En provoquant une décharge incontrôlée (la valeur du courant instantané étant non négligeable) il y a risque de destruction des circuits intégrés et en particulier les circuits de technologie MOS !

Au delà des précautions d'usage, il faut décharger les capacités importantes à l'aide d'une résistance (isolée) de 1 kΩ à 10 kΩ.
Attention à suivre scrupuleusement les indications données par le constructeur !!
Par exemple, après avoir déconnecté la ventouse THT de l'anode du tube (fig. 4), mettre l'anode au potentiel de la tresse métallique reliée au blindage du tube en utilisant une résistance isolée (dans ce cas particulier, compte tenu de la valeur de la THT, on peut utiliser une sonde spéciale THT pour réaliser la décharge du tube. La liaison au blindage doit être établie pendant plus de 30 secondes.). Répéter l'opération avec la ventouse.

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

Les masses primaire et secondaire ne doivent en aucun cas être court-circuitées !!
D'origine, les masses sont reliées par un condensateur de petite capacité et une résistance de forte valeur (10 MΩ) pour éviter des écarts de potentiel statique et permettre l'écoulement des charges d'origine électrostatique.

Chocs mécaniques

À l'ouverture du capot, on observe la constitution des éléments du châssis (fig. 5) : une évidence !!
La platine TRC est supportée par l'extrémité du tube image.
Un choc transversal, même minime, peut provoquer un cisaillement du col de l'ampoule en verre constituant le tube : danger !!

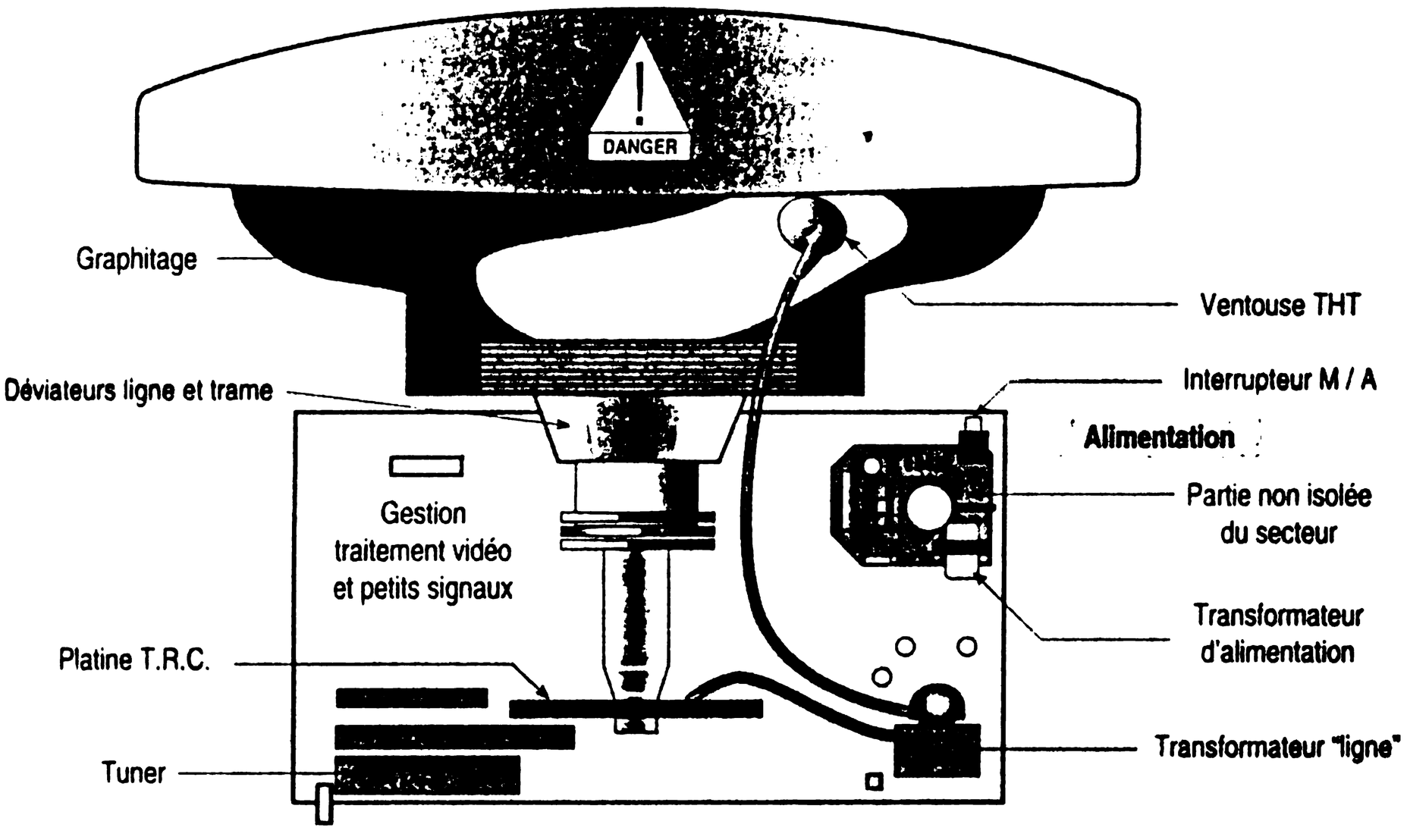


Fig. 5 : Principaux composants d'un châssis de téléviseur.

POSITION DU CHÂSSIS LORS DE LA MAINTENANCE

Avant de commencer la première intervention, lire la procédure décrite dans le fascicule de service accompagnant le produit. Et, par dessus tout, être attentif à son travail et procéder au démontage avec maîtrise et réflexion.

Afin de pouvoir tirer le châssis vers l'arrière, il est préalablement nécessaire de libérer les câbles de façon à bénéficier d'une aisance suffisante.

Ouvrir ensuite les pinces, généralement positionnées en bout des glissières, pour permettre le déplacement du châssis sur ses glissières.
Sur certains châssis, les glissières constituent un cadre assurant la rigidité de la platine mère (*main board*).

Dans tous les cas, que le châssis reste horizontal ou que le châssis soit positionné verticalement pour faciliter les mesures ou le remplacement du composant défectueux, il faut assurer la stabilité du châssis et vérifier qu'il n'y a pas de risque de court-circuit entre les différent modules ou platines.

Masse encore !

Un *flash* se produisant entre les électrodes du tube cathodique, dégage l'équivalent d'un courant de 1 000 A circulant pendant quelques dizaines de nanosecondes. Il est donc très important que soient respectés les plans de masse. Quelques centièmes d'ohm d'un plan de masse parcouru par un tel courant donne suffisamment de tension pour entraîner la destruction des circuits intégrés sensibles aux charges électrostatiques (circuits MOS, par exemple).

Il faut donc être très attentif au respect des plans ou lignes de masse. Si lors de la mise en position de service du châssis, on a été contraint de débrancher les lignes de masse du tube cathodique, il faut les remettre en place avant tout essai.

Quand le travail de maintenance est achevé, vérifier que les lignes de masse sont aux emplacements prévus par le concepteur.
D'autre part, les éléments métalliques implantés à proximité du tube cathodique (bague de serrage par exemple ou grille de haut-parleur) peuvent se charger électrostatiquement et être la cause de problèmes de fonctionnement. Il est alors nécessaire de les relier à la ligne de masse du tube cathodique.

RESPONSABILITÉ, SÉCURITÉ, ET MAINTENANCE

Conformément à la législation en vigueur, la responsabilité du service de maintenance est engagée si une modification ou une intervention conduit à réduire les caractéristiques de sécurité dans l'utilisation de l'appareil. Comme le constructeur, le service de maintenance doit être capable de garantir en usage normal, que l'appareil dépanné ne présente aucun danger pour l'utilisateur.

Appareils de classe de protection I

La sécurité est assurée par une mise à la terre de toutes les parties conductrices accessibles à l'utilisateur.

Appareils de classe de protection II

La sécurité est assurée par une isolation totale. Aucune partie conductrice sous tension ne doit être accessible à l'utilisateur. Dans tous les cas, le courant de fuite mesuré entre les deux pôles de la prise secteur et les parties conductrices accessibles de l'appareil (embases de prises, antenne, etc.) doit être inférieur à 1 mA pour une tension d'essai de 220 V.

Recommandations

Les composants signalés par le symbole *élément de sécurité* doivent être impérativement remplacés par des composants d'origine.
Il va sans dire qu'il est impératif de respecter les valeurs nominales des fusibles (ne pas confondre les fusibles à fusion rapide et les fusibles à fusion retardée).

Les modifications ne peuvent être réalisées qu'en conformité avec les avis de modification spécifiés par le constructeur.
Nettoyer les soudures avant de les refaire.
Vérifier le bon état des éléments contribuant aux isolements et le bon état des câbles ainsi que leurs points de fixation mécanique ou de passage.
Nettoyer les voies d'aération des capots.

PRÉPARATION À LA MISE EN RECYCLAGE

Prenant en compte les problèmes liés à l'environnement et en regard de la réglementation, il est nécessaire de satisfaire aux conditions minimales de mise en décharge ou au retraitement des récepteurs de télévision (et autres déchets électroniques).
En particulier, il est fortement recommandé de ventiler les tubes cathodiques avant le transport afin de limiter les risques d'accident. Si l'ancienne méthode consistait à briser l'embout d'aspiration du tube cathodique, il est actuellement conseillé de ventiler les tubes cathodiques en perçant, à l'endroit de la prise THT, l'ampoule de verre.

Pour cela, utiliser un outil dur et pointu équipé d'un manche isolé d'un diamètre inférieur à 2 mm (tournevis pointu et marteau léger).
Respecter dans tous les cas les prescriptions de sécurité du travail en regard de la manipulation des tubes cathodiques.

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

CHAPITRE 6
ÉTUDES DE DYSFONCTIONNEMENT

ABSENCE DE COULEUR EN RÉCEPTION D'UNE CHAÎNE

Conditions de fonctionnement :

- le téléviseur est en marche, la syntonisation est réalisée sur une station disponible par l'antenne,
- le choix de la station syntonisée est fait par la télécommande,
- les réglages de lumière, contraste et couleur sont réglés à 50 % des valeurs maximales.

Constatation de fonctionnement :

- l'image est restituée en noir et blanc sans dominante de couleur,
- la géométrie de l'image est correcte,
- l'image est stable,
- le rapport signal sur bruit est bon,
- absence de bruit de chrominance,
- il n'y a pas de bandes colorées sur l'image,
- le son est correctement rendu : le rapport signal sur bruit est convenable.

ANALYSES DES PREMIÈRES CONSTATATIONS

Analyse de constatation

La géométrie de l'image est normalement restituée et l'image est stable, alors :

- l'alimentation fonctionne,
- les circuits de balayage ligne et trame fonctionnent,
- la fonction service est synchronisée.

L'image est restituée en noir et blanc, sans dominante de couleur, alors :

- les trois faisceaux RVB sont convenablement commandés, les tensions de polarisation du tube cathodique sont respectées et les amplificateurs de puissance de la voie vidéo fonctionnent,
- le signal Y est normalement traité.

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

La gestion fonctionne. On ne constate pas de fonctionnement aléatoire. Les changements de chaîne sont normalement réalisés. Le réglage du volume son fonctionne.

Localisation des fonctions mises en cause

Les circuits d'asservissement vidéo, l'amplificateur vidéo et le tube cathodique sont représentés car ils sont utilisés comme *instruments de visualisation*.
La prise Péritel permet d'injecter un signal vidéo-composite.

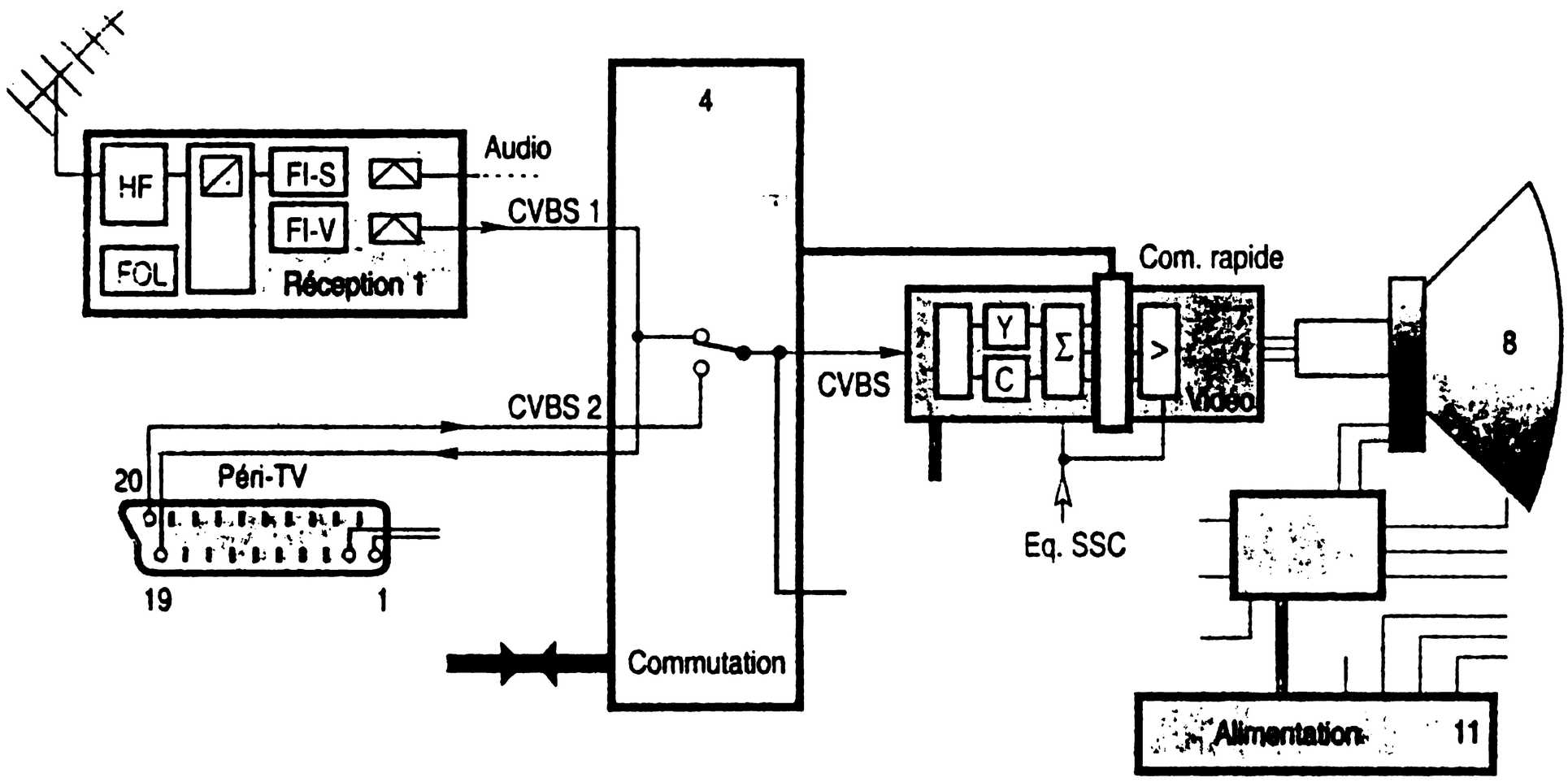


Fig. 1 : Vue partielle de l'organisation fonctionnelle du téléviseur.

ÉTUDE THÉORIQUE

Conditions de réception du signal vidéo

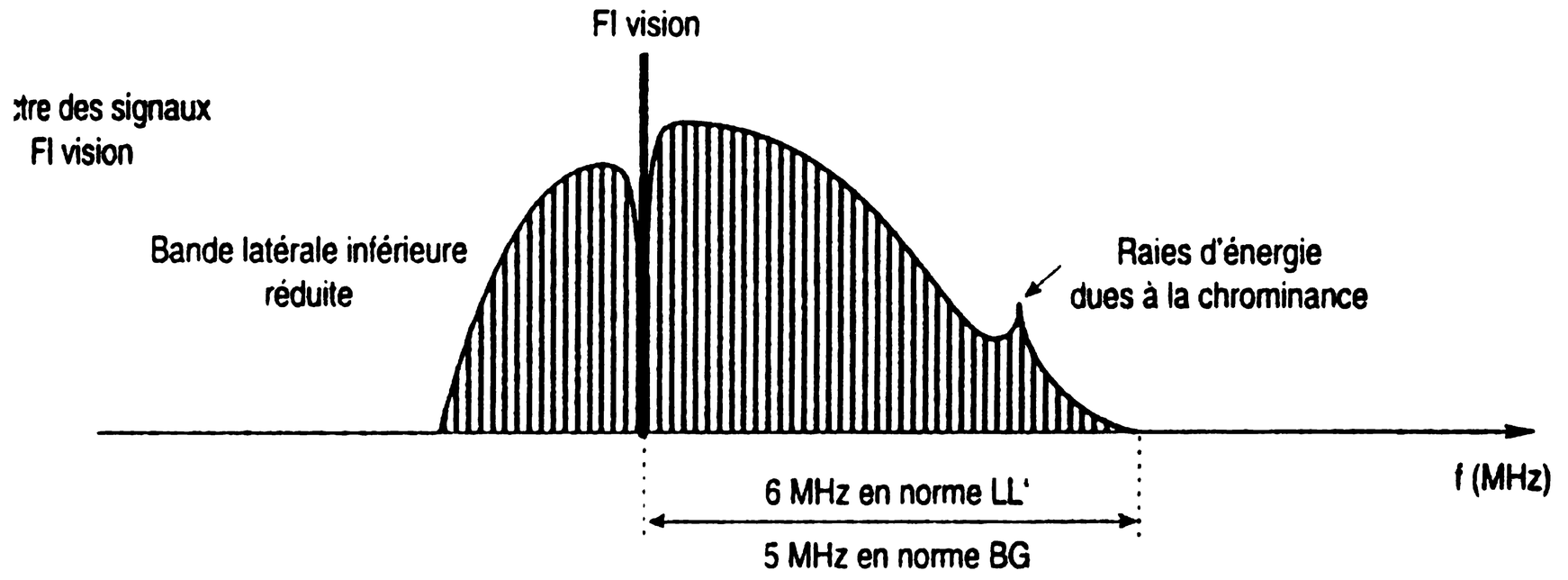
La fonction réception doit traiter un signal HF puis FI dont les caractéristiques minimales sont rappelées sur la figure représentant le spectre FI vision.

Largeur de bande des étages de réception

La bande passante des étages de réception HF et des étages FI vision doit permettre la transmission des raies spectrales d'énergie dues au signal de chrominance (fig. 2).

Syntonisation, accord fin

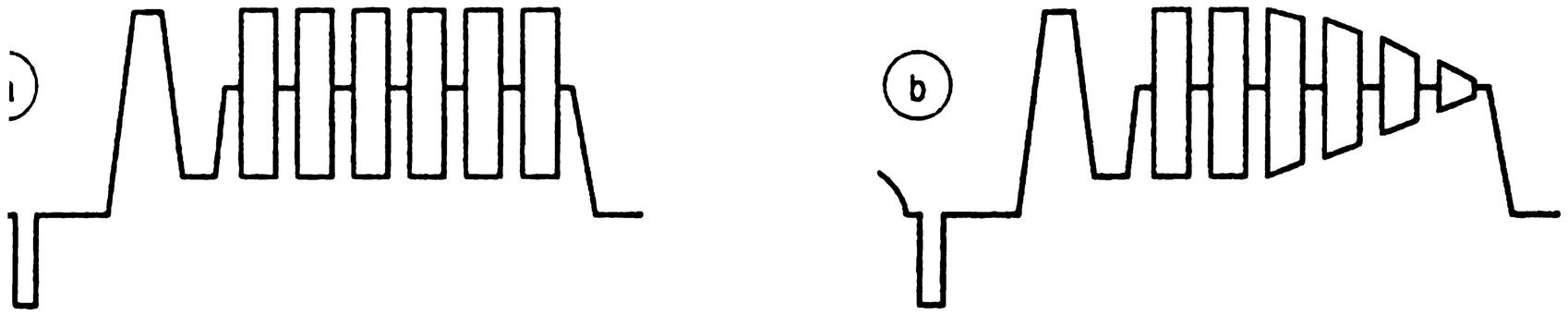
Si une erreur de syntonisation se produit (décalage de la fréquence de l'oscillateur local – FOL), la fréquence intermédiaire est alors décalée par rapport au gabarit des filtres FI. Il peut en résulter une perte des fréquences hautes du spectre FI vision. Les raies d'énergie dues à la chrominance ne sont plus correctement transmises.



Encombrement spectral des signaux FI vision.

Mise en évidence d'un dysfonctionnement

Après démodulation, le signal vidéo-composite est disponible broche 19 de la Péritel. On peut contrôler le contenu du signal CVBS à l'oscilloscope (utiliser la mire de barres couleurs).
En réception d'un émetteur français, il est possible d'utiliser les lignes test TDF (TéléDiffusion de France).



Ligne test n° 18 (TDF).

Le chronogramme (fig. 3) de la ligne test numéro 18 est normal en (a). La figure (b) montre que les signaux vidéo subissent une forte atténuation au delà de 2 MHz. La chrominance est incorrectement transmise.

Si le téléviseur est équipé d'un décodeur télétexte, la qualité de la transmission télétexte permet de mettre en évidence la qualité du signal vidéo-composite disponible en sortie de la fonction réception. En réception d'un émetteur, il faut appeler le mode télétexte à la télécommande et observer la qualité du contenu des pages affichées. Si des erreurs importantes sont constatées, cela peut signifier un dysfonctionnement de la fonction réception ou un défaut dans la chaîne de transmission.

Enfin, il est toujours possible d'injecter un signal vidéo-composite sur la broche 20 de la Péritel. On utilise une source normes LL', composante couleur codée SECAM, puis une source normes BG, composante couleur codée PAL. Veiller à configurer le téléviseur en mode péri-TV.
Observer l'image visualisée à l'écran !

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

Séparation et traitement chrominance

Le schéma (fig. 4) rappelle l'organisation simplifiée des fonctions séparation chrominance et traitement de la composante couleur codée PAL ou SECAM.

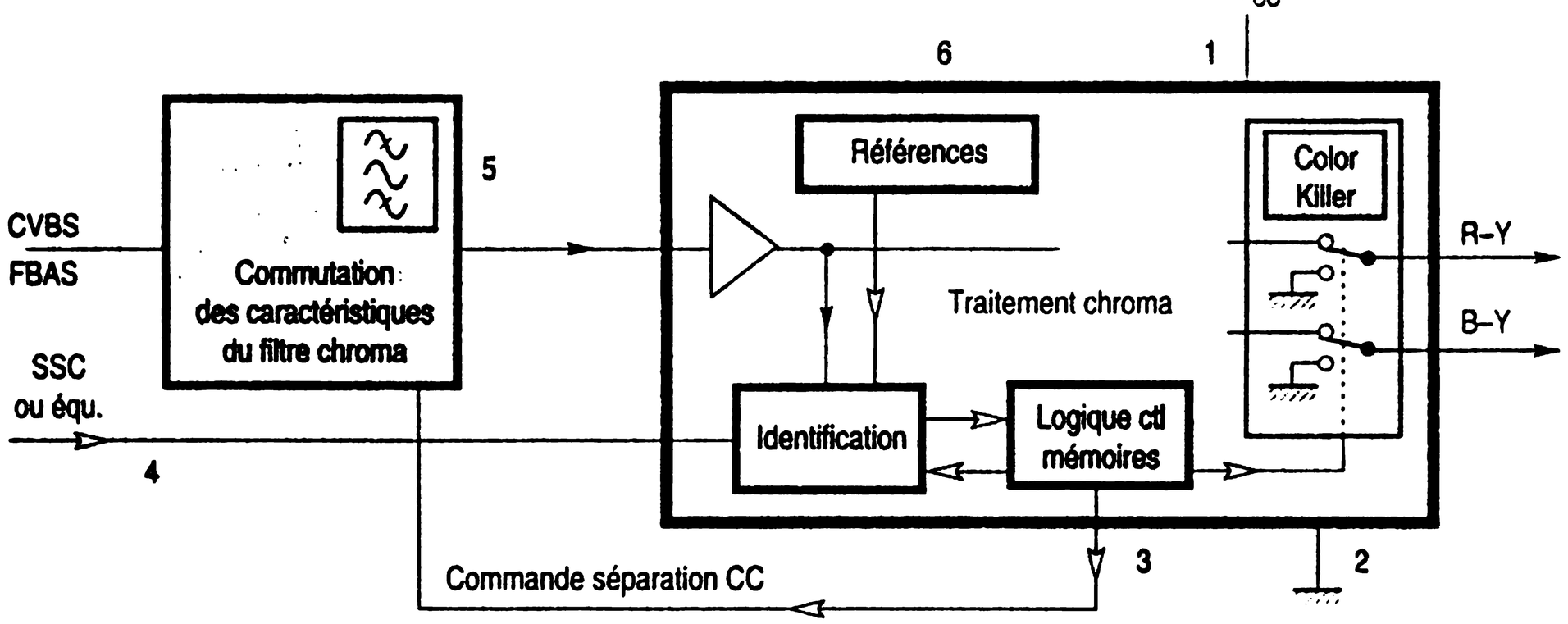


Fig. 4 : Traitement chrominance PAL/SECAM.

Quand les filtres de séparation couleur (cloche SECAM et passe-bande PAL) sont à structures indépendantes, on commute les signaux obtenus en sortie des filtres pour les appliquer à la fonction traitement chrominance.

Quand les filtres de séparation couleur (cloche SECAM et passe-bande PAL) ont une structure commune, on commute certains composants de façon à obtenir la courbe de réponse d'un circuit cloche SECAM ou d'un filtre passe-bande PAL. Les signaux obtenus en sortie du filtre sont appliqués à la fonction traitement chrominance.

État initial des circuits de traitement et standard du signal de chrominance

Au démarrage, les circuits sont positionnés en PAL. La référence 4,43 MHz est validée. La commande de séparation de la composante couleur est positionnée en mode PAL. Le *color killer* verrouille les sorties R-Y et B-Y au niveau bas.

Le signal appliqué en entrée du circuit de traitement chrominance (point 5 du schéma 4) est :

- aux caractéristiques d'un signal couleur codé PAL si le signal vidéo-composite comporte une composante couleur codée PAL. Le signal disponible en entrée du circuit de traitement chrominance peut être identifié ,
- un mélange d'une partie du signal de luminance et d'une partie du signal de chrominance si le signal vidéo-composite comporte une composante couleur codée SECAM. Il n'y a pas d'identification possible.

Dans les deux cas, on mesure la présence d'un signal en entrée de la fonction traitement chrominance. Le téléviseur étant en réception d'une émission dont le contenu est quelconque, le signal mesuré n'atteste pas toujours un bon fonctionnement. La remarque reste valable quand un filtre en peigne (*comb filter*) est utilisé en séparation PAL.

Commutation des fonctions en mode SECAM

Quand l'identification PAL n'est pas réalisée, les circuits sont positionnés en SECAM. La référence fo_B est validée. La commande de séparation de la composante couleur est positionnée en mode SECAM. Cet état est complémentaire de l'état correspondant au mode PAL. Il est donc possible de mesurer ce changement d'état. Quand la logique de contrôle du circuit de traitement chrominance est en phase de recherche de standard couleur, un signal rectangulaire est mesurable en (3) du schéma 4. Le *color killer* continue de verrouiller les sorties R-Y et B-Y au niveau bas.

Le signal appliqué en entrée du circuit de traitement chrominance (point 5 du schéma 4) est :

• conforme aux caractéristiques d'un signal couleur codé SECAM si le signal vidéo-composite comporte une composante couleur codée SECAM. Le signal disponible en entrée du circuit de traitement chrominance peut être identifié,

• le résultat d'un mélange d'une partie du signal de luminance et d'une partie du signal de chrominance si le signal vidéo-composite comporte une composante couleur codée PAL. Il n'y a pas d'identification possible.

On est dans la situation identique à celle évoquée dans la séquence de démarrage ci-dessus.

Identification du standard

Outre les références PAL (oscillateur du PLL à 4,43 MHz) et SECAM (circuit accordé sur fo_B = 4,250 MHz), le niveau *color key* ou *burst key* du *sandcastle* est nécessaire à l'extraction des *burst* PAL ou des salves SECAM. La mesure à l'oscilloscope des niveaux du *sandcastle* SSC nous renseigne sur la qualité de ce signal nécessaire à la fonction traitement chrominance.

Quand un standard est identifié, les circuits de chrominance sont maintenus dans le traitement du standard identifié par une mémoire rafraîchie à chaque ligne. Le *color killer* libère les circuits de sortie. Les informations R-Y et B-Y sont disponibles en sortie.

En cas de changement de standard, il n'a plus identification et donc plus de rafraîchissement de la mémoire; il y a redémarrage de la séquence de recherche de standard. Le *color killer* est à nouveau activé.

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

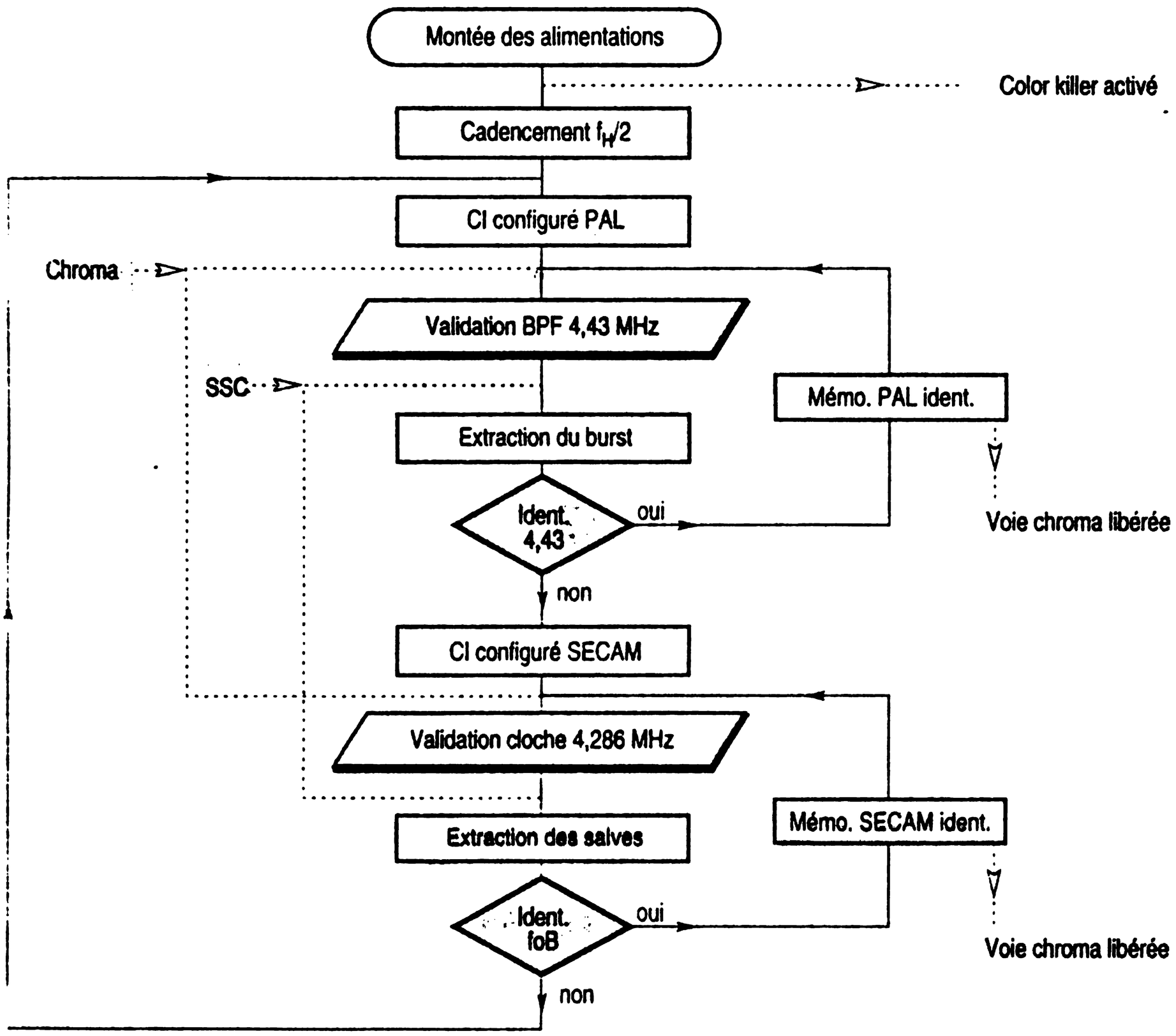


Fig. 5 : Procédure d'identification du standard.

Qualité du signal de chrominance

La mesure de l'amplitude des salves ou du *burst*, par un circuit spécialisé interne à la fonction traitement chrominance, permet :

• d'activer un circuit de contrôle automatique du gain des amplificateurs chrominance (en mode PAL),

• d'activer le *color killer* quand le niveau du signal de chrominance est insuffisant. Les circuits de sortie sont verrouillés au niveau bas.

Conclusions

Étant donné l'absence de bruit de chrominance dans l'image restituée, on peut envisager l'une des hypothèses suivantes :

• la voie chrominance n'est pas alimentée,

• les circuits de *color killer* en sortie de la voie chrominance sont actifs, ce qui signifie que l'identification couleur n'est pas réalisée.

Il est important de vérifier si le signal de chrominance est correctement reçu et de déterminer quelle fonction est en cause.

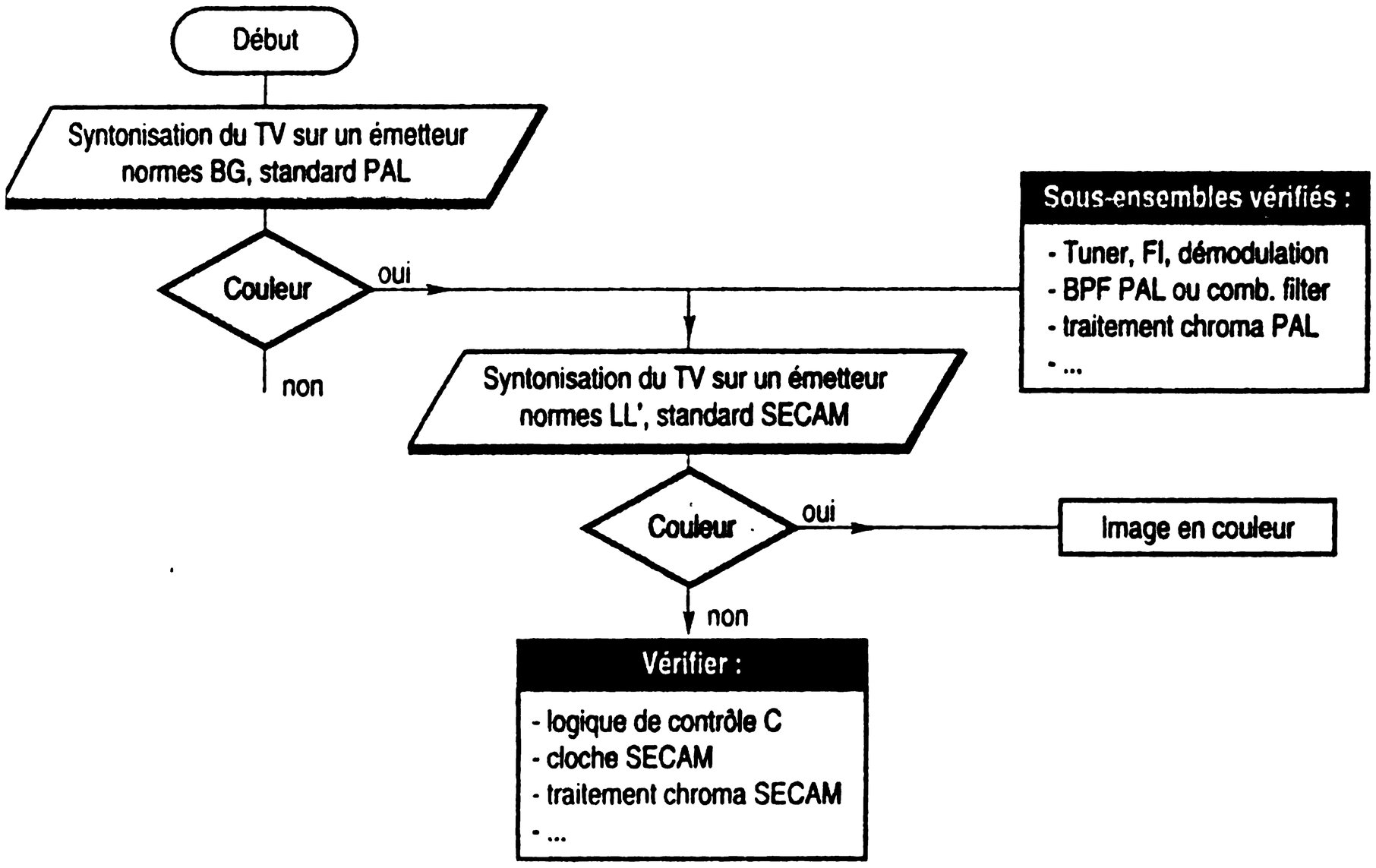
RECHERCHE DE LA CAUSE DU DYSFONCTIONNEMENT

Algorithme de recherche de la fonction incriminée

• En absence d'émission (débrancher tout simplement le câble d'antenne), la logique de contrôle C (logique de contrôle du circuit de chrominance) permet de commuter les filtres chrominance PAL (BPF 4,43) et SECAM (cloche). On mesure un signal rectangulaire point 3 du schéma figure 4.

• Pour vérifier le fonctionnement du circuit cloche, syntoniser le téléviseur sur le générateur de mire de barres couleurs. Mesurer la tension en entrée du circuit de traitement chrominance.

• Traitement chroma SECAM. La première fonction à réaliser est l'identification SECAM. Le niveau *burst key* du *sandcastle* SSC est convenable puisque le *burst* PAL est identifié (fig. 6). Le fonctionnement du circuit de traitement chrominance est correct en PAL. En premier lieu, vérifier la référence SECAM (circuit d'accord fo_R).



. 6 : Mise en évidence d'un défaut de traitement chrominance SECAM.

• Repère (A) de la figure 7 : la situation est celle développée dans l'algorithme repéré figure 6.

• Un dysfonctionnement du *comb filter* ne se traduit pas nécessairement par une image noir et blanc. En PAL, la modulation DSB (DSB – *Double Side Band*) permet une *mauvaise identification* ; le *color killer* libère les sorties R-Y et B-Y. Qui plus est, le contenu de la luminance Y est aussi affecté. L'image est mal restituée et comporte des couleurs erronées.

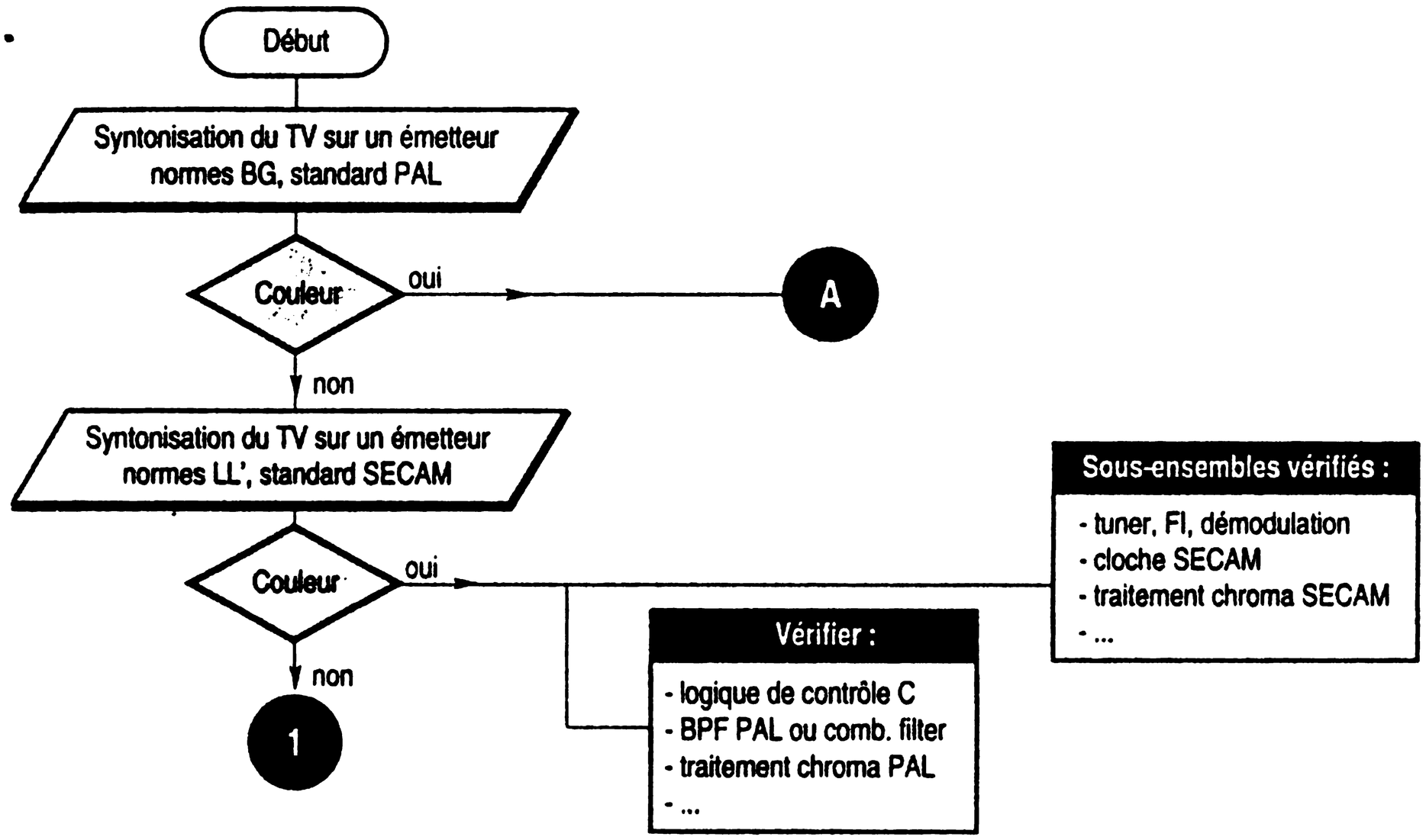


Fig. 7 : Mise en évidence d'un défaut de traitement chrominance PAL.

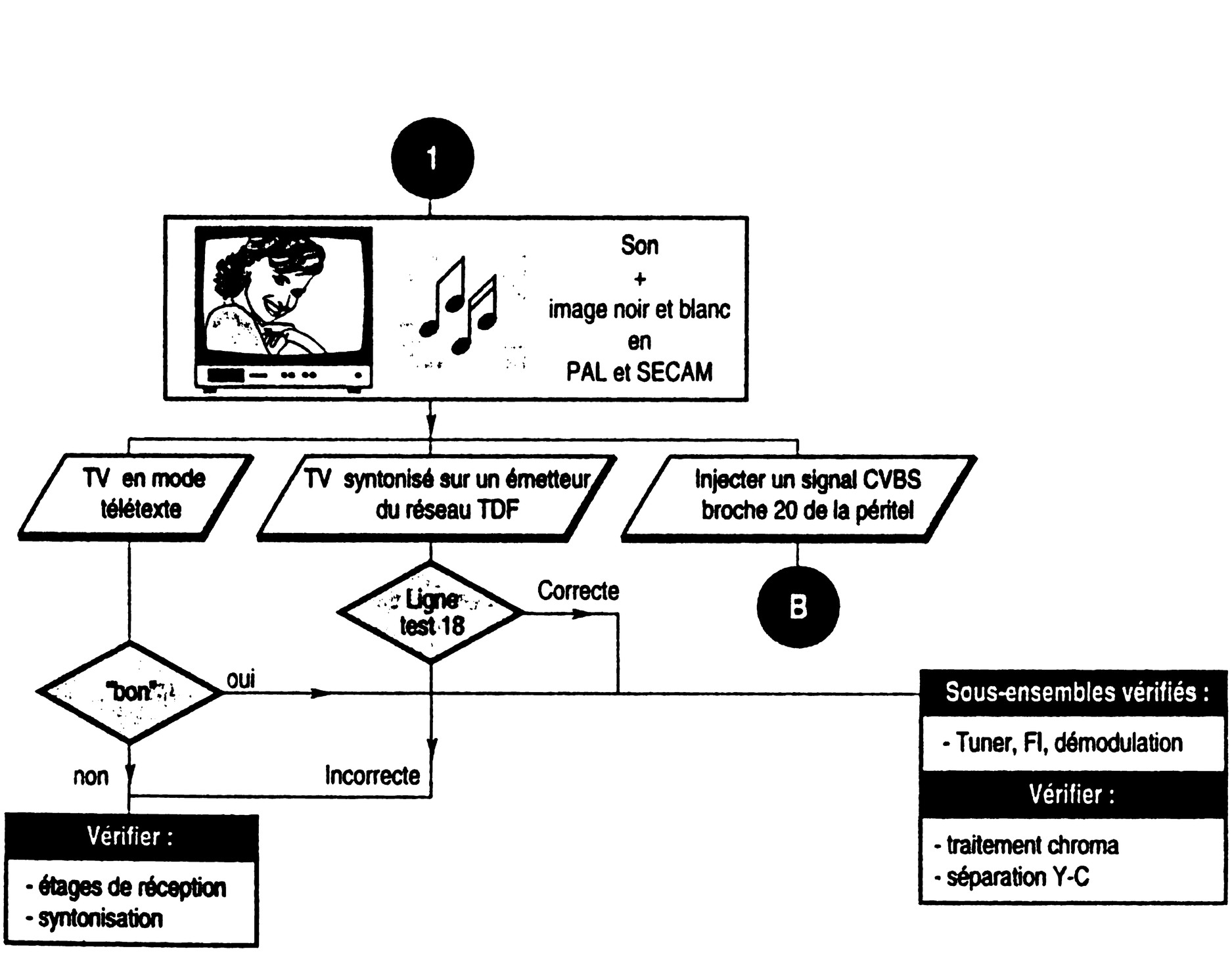
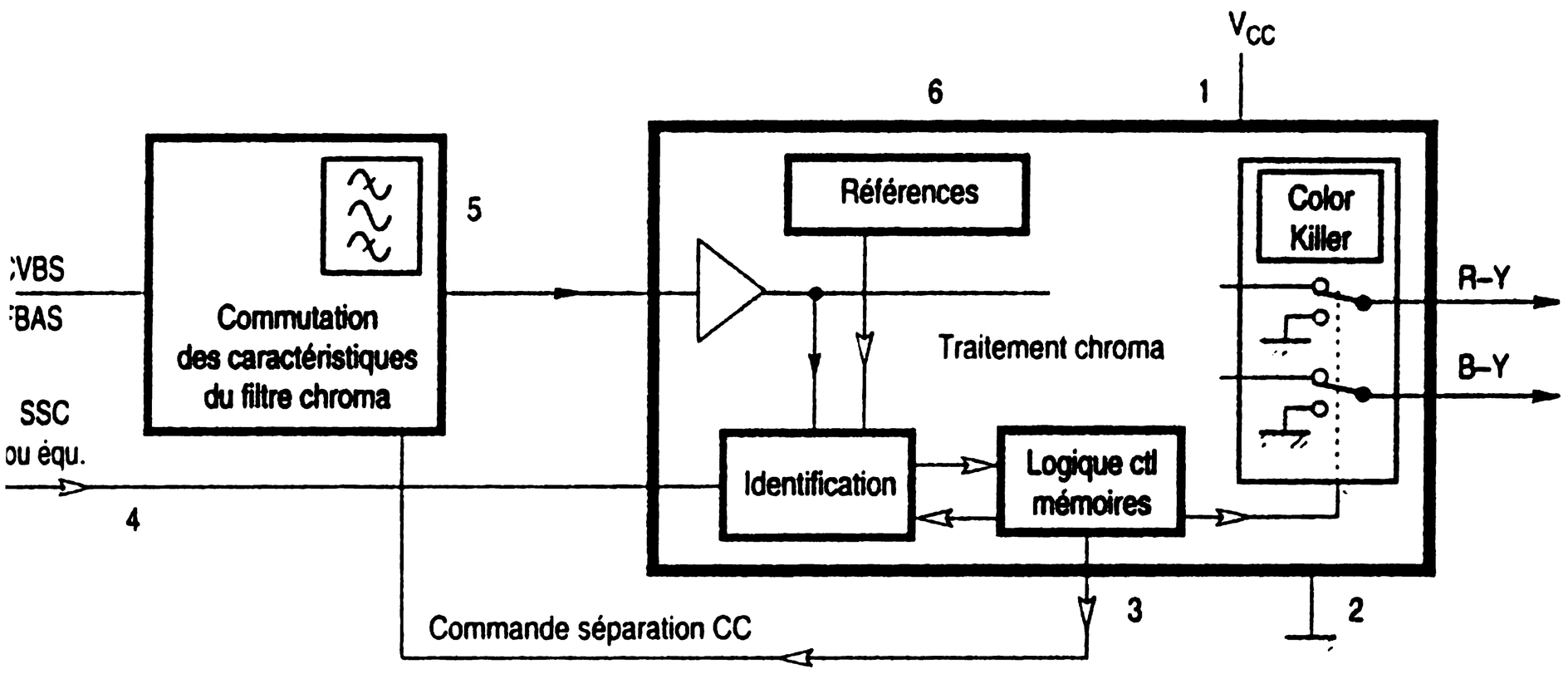


Fig. 8 : Recherche de la fonction cause du défaut.

• L'algorithme (fig. 8) montre qu'il est possible de faire des tests différents selon le châssis traité :
Quand le téléviseur comporte une fonction télétexte (TXT), la mise en œuvre du TXT permet rapidement de contrôler le bon fonctionnement des étages de réception du téléviseur, la page de texte devant être correctement restituée en couleur et sans erreur de caractère.
Quand le téléviseur ne comporte pas de fonction TXT, il est alors possible de visualiser à l'oscilloscope la ligne test numéro 18, présente sur les stations diffusées sur le réseau TDF.
• Enfin, il est possible d'injecter un signal vidéo-composite (CVBS-FBAS) sur la broche 20 de la Péritel. Configurer le téléviseur en mode péri-TV. Le comportement du téléviseur nous permet de déterminer, par élimination, la fonction cause du dysfonctionnement (repère B de l'algorithme (fig. 8)).

Premières étapes dans la recherche d'une panne de traitement chrominance



g. 9 : Traitement chrominance PAL/SECAM.

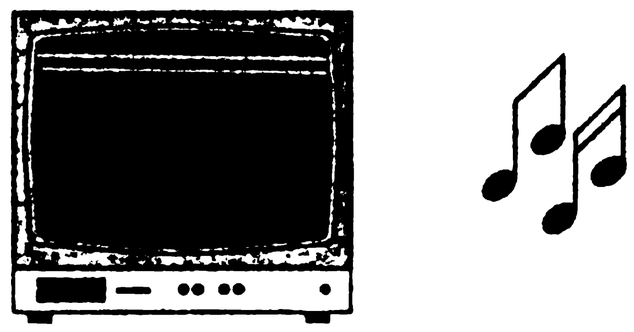
• Vérifier l'alimentation (V_{CC}) des circuits de traitement chrominance et la masse (points 1 et 2 de la figure 9).
• Vérifier que la commande de sélection du filtre de chrominance est active en absence d'émission (point 3).
• Vérifier que les signaux nécessaires à la réalisation de l'identification du standard sont présents et conformes aux indications du constructeur :
mesure du *sandcastle* SSC à l'oscilloscope (point 4),
mesure du signal de chrominance en entrée du circuit de traitement de chrominance (point 5),
mesure de la fréquence de l'oscillateur PAL ou action sur la référence SECAM (accord fo_B).

• Comportement des lignes à retard. En particulier, quand les lignes à retard sont réalisées à partir de circuits à transfert de charge, des courts-circuits internes peuvent se produire et perturber complètement le comportement des autres circuits réalisant la fonction traitement chrominance.

CONCLUSION

Cette étude ne traite pas de tous les dysfonctionnements pouvant être dûs à un problème dans la voie chrominance. Il reste, en particulier, à étudier les erreurs de restitution des couleurs.
Retenir qu'il peut être avantageux de mettre en œuvre les fonctions annexes du téléviseur pour cerner la cause du dysfonctionnement.

ÉCRAN PARTIELLEMENT NOIR OU FLASHES



Conditions de fonctionnement :

• le téléviseur est en marche, un signal vidéo-composite CVBS et un signal audio sont injectés broche 20, broches 2 et 6 de la Péritel,
• le mode péri-télévision est demandé par la télécommande,
• les réglages de lumière, contraste et couleur sont retouchés à la hausse par la télécommande.

Constatation de fonctionnement :

• le son est correctement reproduit (le rapport signal/bruit est convenable),
• le réglage de volume par la télécommande est actif,
• l'image n'est pas restituée :
quelques lignes sont balayées sur le haut de l'écran,
la couleur semble saturée. On observe une dominante de couleur dans les tons jaune orangés,
le reste de la surface de l'écran est noir,
• à la mise en marche du téléviseur, l'écran est entièrement balayé. Le contenu de l'image restituée est totalement erroné (on observe toujours la dominante de couleur jaune orangée),
• à l'extinction du téléviseur et avant soufflage du *spot*, on observe une image fugitive dont l'amplitude décroît rapidement en ligne et en trame.

ANALYSES DES PREMIÈRES CONSTATATIONS

Analyse de constatation

À partir des observations faites à la mise en marche et à l'extinction du téléviseur, on peut considérer que :

• l'alimentation principale fonctionne,
• les circuits de balayage ligne et trame fonctionnent. La THT est présente. Les électrodes des canons sont polarisées.

Cette analyse est confirmée par la présence aléatoire de lignes balayées en haut de l'écran. On peut s'assurer de la pertinence de cette remarque en déplaçant le point de *cut-off* des canons (augmenter légèrement la tension G2, les retours sont alors visibles sur toute la surface de l'écran).

Si la partie haute de l'image est restituée avec dominante de couleur, alors :
• les trois faisceaux RVB ne sont pas convenablement commandés mais les amplificateurs de puissance de la voie vidéo fonctionnent au moins partiellement ; l'alimentation haute tension vidéo existe,
• rien ne permet de caractériser le fonctionnement de la voie luminance Y ou de la voie chrominance C.

La gestion fonctionne au moins partiellement puisque le réglage du volume son est actif.

Localisation des fonctions mises en cause

Les circuits de réception pouvant être à l'origine du défaut sont représentés. Ils n'ont pas été testés dans le mode de fonctionnement décrit ci-dessus.
La prise Péritel permet d'injecter le signal vidéo-composite et les signaux audio (fig. 10).

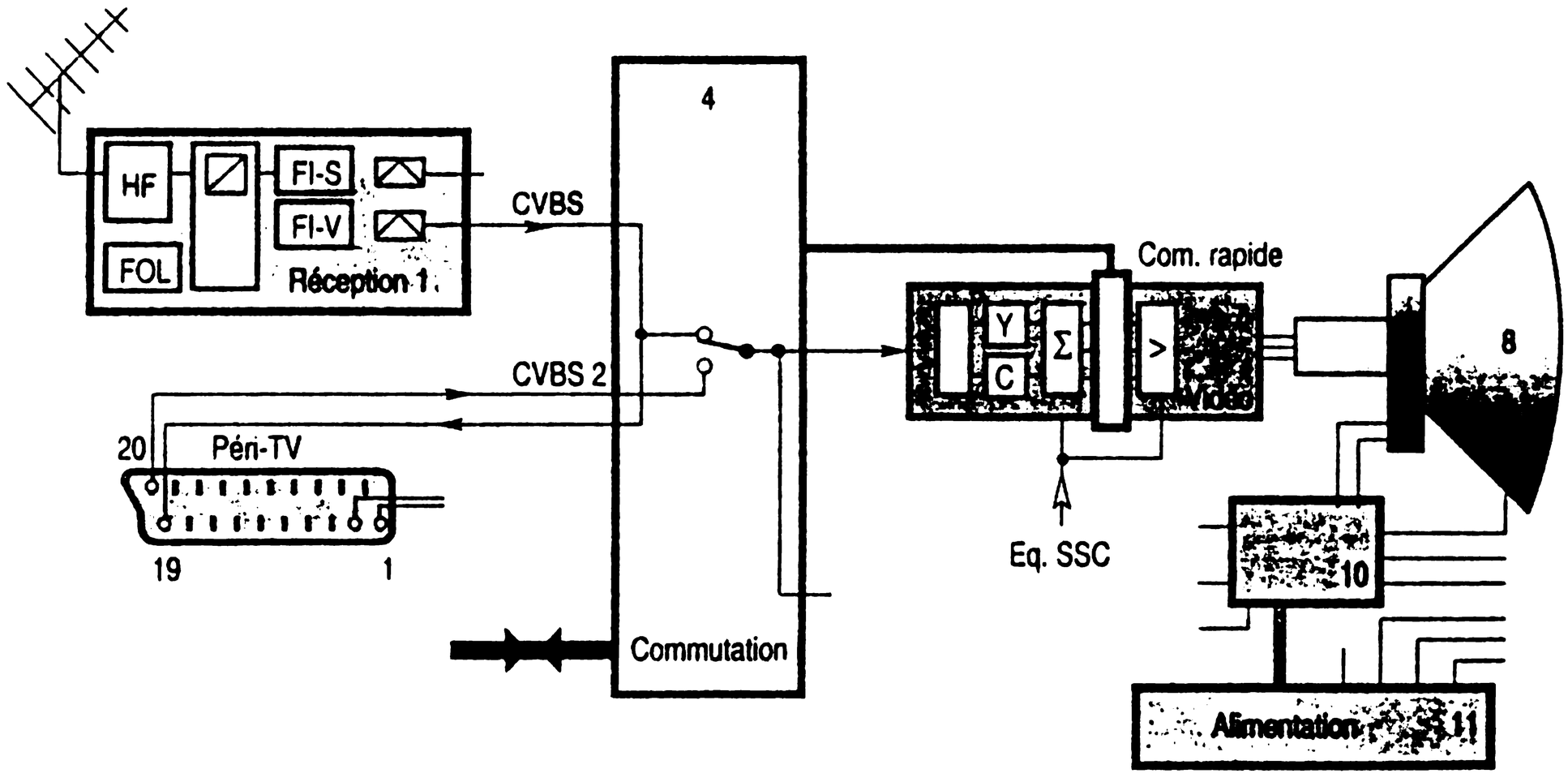


Fig. 10 : Vue partielle de l'organisation fonctionnelle du téléviseur.

ÉTUDE THÉORIQUE

Organisation fonctionnelle de la voie vidéo

Fig. 11 : Les éléments de la voie vidéo.

On rappelle l'organisation générale de la voie vidéo (fig. 11). Après séparation et traitements Y-C, les signaux Y, R-Y et B-Y sont alignés et matricés. Les signaux RVB sont transmis en entrée des circuits de commutation rapide.
Les circuits de la fonction asservissement et réglages vidéo réalisent :
• l'alignement synchronisé des signaux RVB (*clamp*) et l'indexation des signaux sur les informations de commande de l'utilisateur (lumière, contraste, saturation). Pour *clamper* les signaux, les circuits utilisent le niveau *burst key* du *sandcastle* SSC,
• l'effacement des signaux RVB pendant les retours ligne et trame. Les circuits utilisent les niveaux de *Line BLankink* (LBL) et de *Frame BLanking* (FBL) du *sandcastle* SSC,
• l'asservissement automatique des *cut-off*, l'asservissement automatique du gain des amplificateurs vidéo et la limitation des valeurs de crête des commandes RVB. L'équilibrage des voies RVB permet de compenser les dispersions des caractéristiques des canons du tube cathodique et permet d'obtenir une image sans dominante de couleur (balance des blancs).

Lecture de schéma et méthode de travail

Circuit d'asservissement vidéo et commutation rapide

Considérons le circuit TDA 4680 (fig. 12). Il assure les fonctions de matriçage, de commutation rapide, d'alignement, d'indexation et d'asservissement automatique des *cut-off* et du gain des amplificateurs vidéo. Ce circuit est piloté par la fonction gestion *via* le bus I2C.

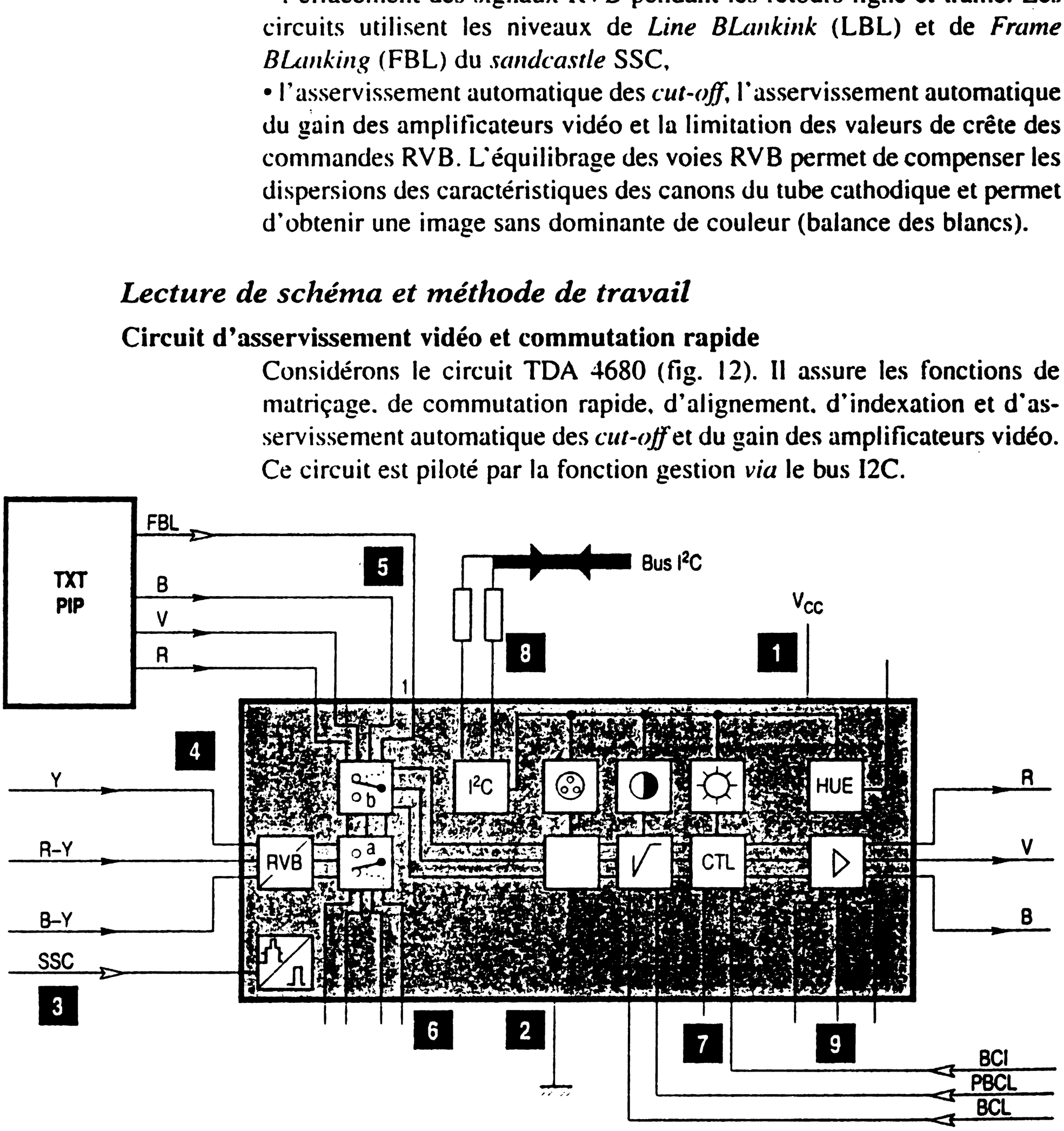


Fig. 12 : TDA4680, indication des points de contrôle.

À la mise en marche du téléviseur, les valeurs de référence et de réglage de l'utilisateur sont lues dans la mémoire (EEPROM) par le micro contrôleur. Ces données sont transférées par le bus I2C dans les registres du TDA4680.

En fin de retour trame, les circuits de mesure de débit des canons renseignent les comparateurs des circuits d'asservissement, les condensateurs externes au TDA4680 mémorisent la tension d'erreur et déterminent les points de *cut-off* et le gain des amplificateurs vidéo.
Le dysfonctionnement d'un élément de la boucle d'asservissement ne permet plus le fonctionnement des canons.

Amplificateurs vidéo de puissance et tube cathodique

La lecture du schéma donne les caractéristiques électriques des tensions de commande des amplificateurs de puissance RVB (fig. 13) :
• les signaux correspondent à la mire de barres couleurs,
• la tension de retour ligne est alignée (*clampée*) sur la tension produite par le circuit d'asservissement et correspondant au *cut-off* de chaque canon. Dans l'exemple, elle est de l'ordre de 3 V,
• l'amplitude de la tension de chaque commande RVB est asservie à la caractéristique de transfert de chaque voie vidéo et de chaque canon du tube cathodique.

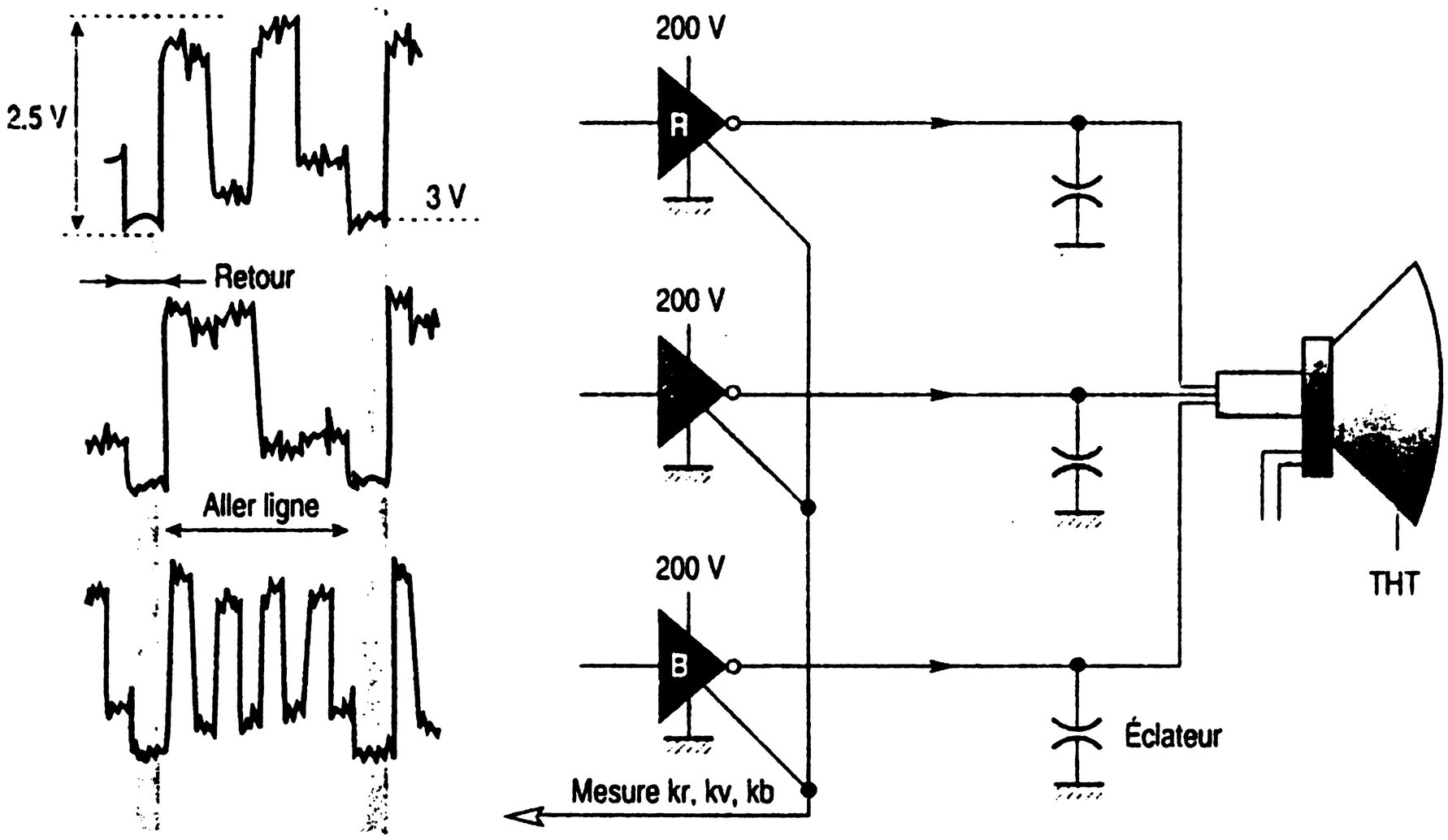


Fig. 13 : Amplificateurs de puissance R, V et B.

Méthode de travail

Dans la boucle d'asservissement (*cut-off* et gain automatique), la modification des caractéristiques d'un élément entraîne une réaction de la

boucle. Dans ces conditions, il devient difficile d'apprécier la cause d'un dysfonctionnement (rappelons que dans l'exemple, l'écran est noir).
La méthode proposée permet d'ouvrir la boucle en introduisant une commande auxiliaire (fig. 14).

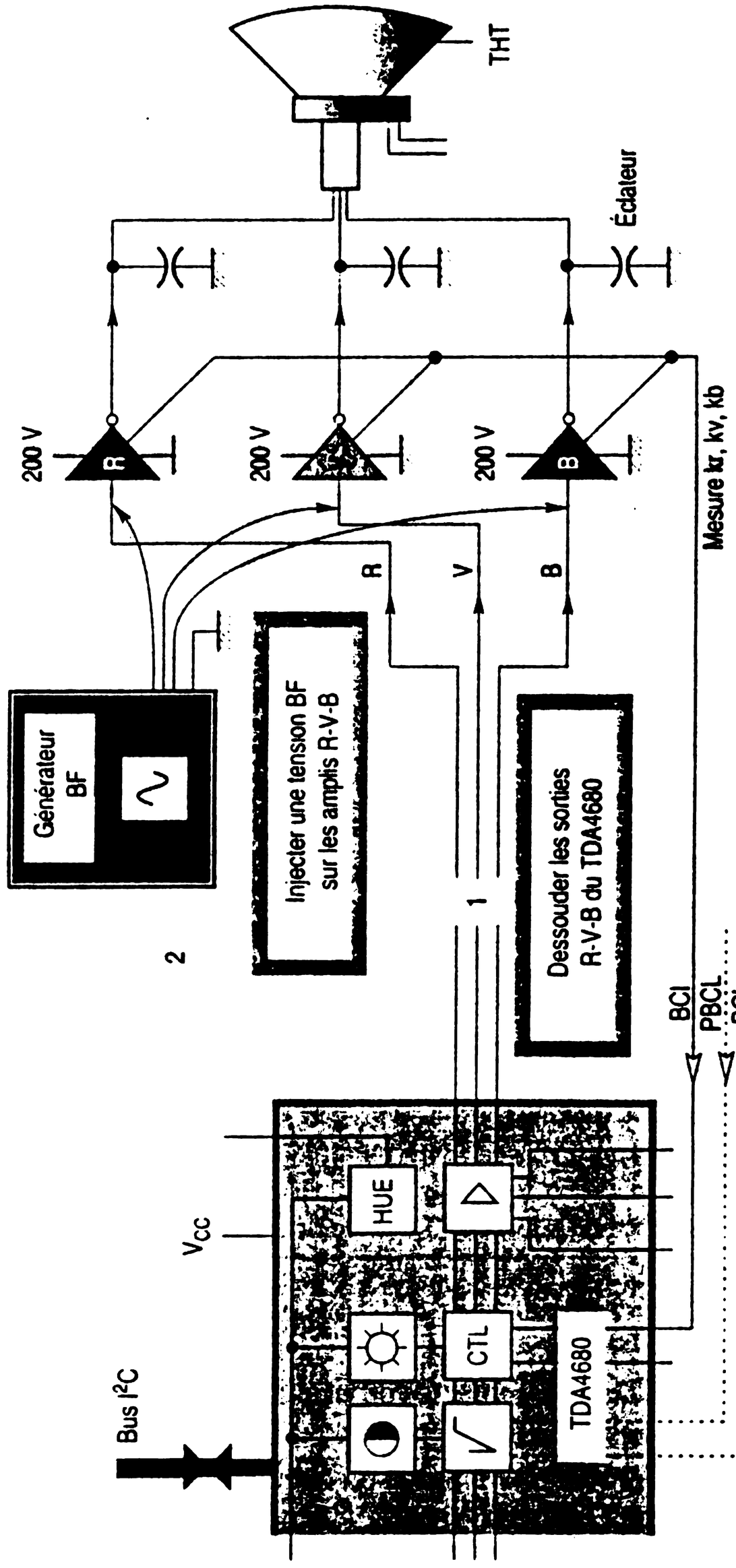


Fig. 14 : Conditions de test des amplificateurs de puissance R, V, B.

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

• Le générateur BF (Basse Fréquence) est réglé sur une fréquence d'ordre de 500 Hz à 2 kHz et l'amplitude est de l'ordre 6 V. La résistance de sortie du générateur est comprise entre 1 kΩ et 4,7 kΩ.
• Pour une fréquence du générateur BF de 1 kHz, on doit obtenir, sur l'écran du téléviseur, des bandes horizontales dont la durée est d'environ six à huit lignes.
• Si on applique successivement en entrée de chaque amplificateur RVB la tension sinusoïdale issue du générateur BF, on doit obtenir une image composée de bandes horizontales rouges, vertes puis bleues. Les images obtenues ne sont pas synchrones des balayages (ce qui est sans importance).
• Par cette manipulation simple, on teste :
– le fonctionnement de chaque amplificateur de puissance (et l'existence de l'alimentation HT = 200 V dans l'exemple),
– le fonctionnement de chaque canon quand l'amplificateur correspondant fonctionne. On vérifie l'existence de la tension d'alimentation des filaments,
– la pureté des couleurs restituées (position du masque du tube cathodique).

REMARQUE On ne mesure pas :
• le gain des amplificateurs RVB,
• la valeur de l'information de retour, représentative du débit de chaque canon, information repérée « mesure kr, kv, kb » sur le schéma de la figure 14.

Autres points importants à vérifier

Grandeurs relatives aux signaux Y, R-Y, B-Y ou aux signaux RVB

Vérification des niveaux de *clamp* et d'effacement ligne et trame. Il est nécessaire de contrôler à l'oscilloscope les niveaux du sandcastle SSC.

REMARQUE Activer le mode télétexte ou PIP permet de vérifier que le dysfonctionnement n'est pas dû à une panne située en aval des circuits de commutation rapide.
Une activation permanente de la commande de commutation rapide (*Fast BLanking* FBL = 1) interrompt la transmission des signaux issus des circuits de commutation lente (signaux issus de la fonction réception ou de la Péritel). En absence de télétexte (TXT) ou de PIP, l'écran est noir !

Grandeurs relatives aux circuits d'asservissement de cut-off et de gain

Les registres sont chargés *via* le bus I2C (quand par exemple on utilise un TDA4680 ou un circuit équivalent). Il est nécessaire d'évaluer les conditions à réaliser pour permettre le transfert des données vers les registres :
• le bus I2C doit être actif. Le microcontrôleur de gestion doit donc recevoir les informations autorisant le transfert des données vers le circuit d'asservissement vidéo et en particulier le *top* trame (la fin du retour

trame étant le temps pendant lequel le microcontrôleur de gestion communique avec le circuit d'asservissement vidéo),
• les données maintenues dans la mémoire (EEPROM) doivent être correctes (fonction gestion),
• les tensions d'erreur mémorisées à chaque retour trame doivent être correctement maintenues pendant l'aller trame suivant (fonction asservissement vidéo).

Grandeurs de limitation de fonctionnement (frein de faisceau et circuit de frein de faisceau)

• une action de limitation due à un dysfonctionnement du circuit de frein de faisceau conduit à une diminution du contraste puis du niveau de lumière,
• le dysfonctionnement peut aller jusqu'à l'extinction des courants de faisceau.

ALGORITHME DE RECHERCHE DU DYSFONCTIONNEMENT

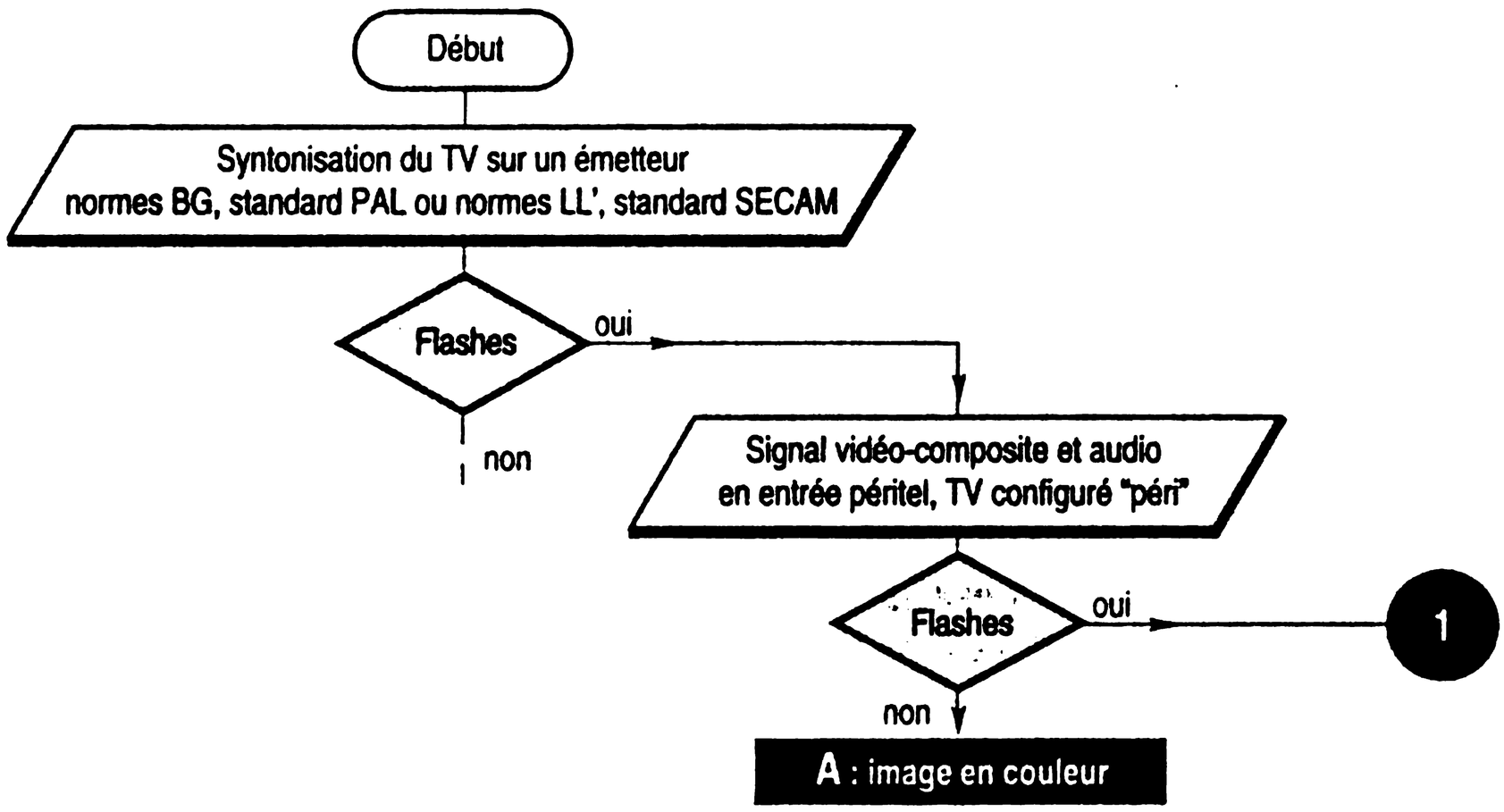


Fig. 15 : Recherche de la fonction cause du défaut.

« Voie son » (fig. 15)
Le son étant correctement reproduit, on considère, en première analyse que la réception est correctement réalisée.

« A » (fig. 15)
L'image est bonne en entrée Péritel ; vérifier la commutation lente.
Lors de la vérification du circuit de commutation lente, il faut vérifier le niveau et l'action de la commande de commutation lente en direction de la fonction commutation. Vérifier ensuite la continuité des circuits audio et vidéo-composite.

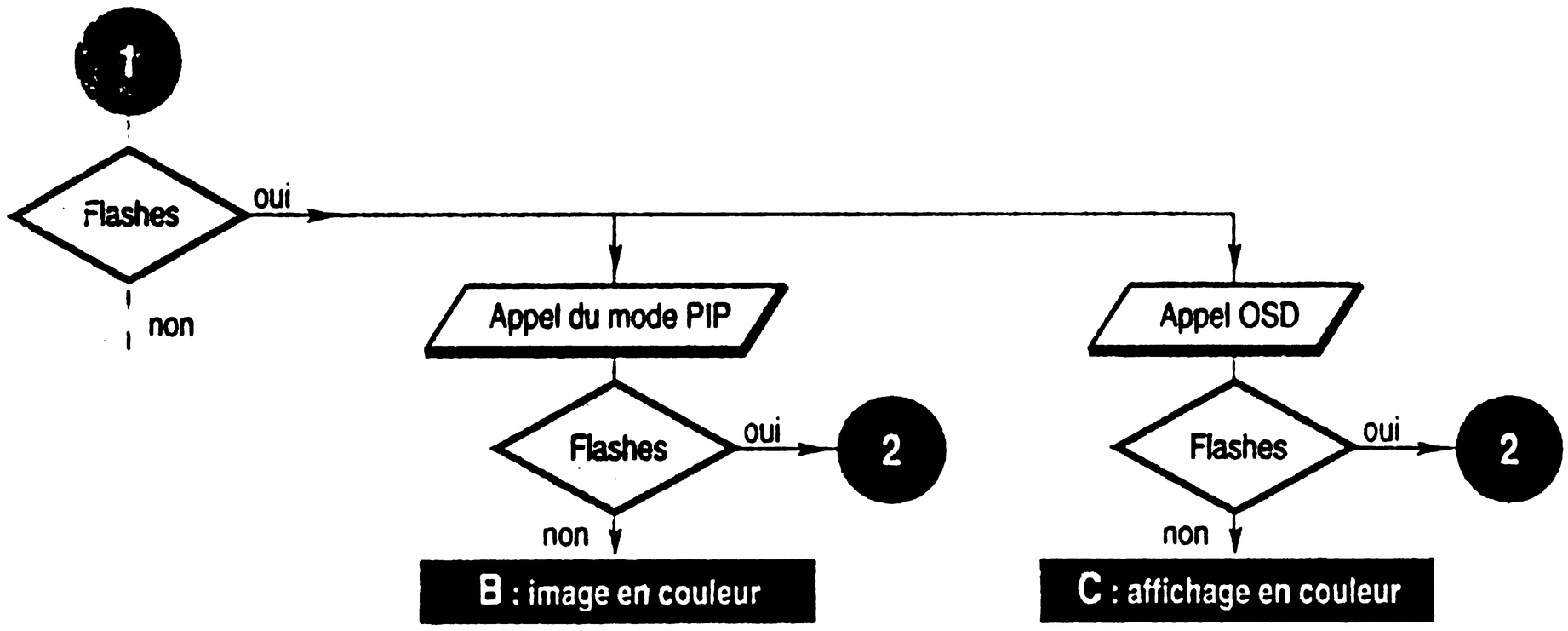


Fig. 16 : Recherche de la fonction cause du défaut (suite).

« B » (fig. 16)
L'image est correctement reproduite en mode PIP. L'ensemble des signaux suivants est vérifié :
• asservissement vidéo et amplificateurs vidéo,
• polarisation des canons,
• indexation et commandes utilisateur, EEPROM.

« C » (fig. 16)
L'image OSD (*On Screen Display*) est correcte. En plus des signaux précédents, les signaux suivants sont vérifiés :
informations de retour ligne et retour trame à destination de la gestion.
Vérifier : Y, R-Y, B-Y et le matriçage.
On peut considérer que la fonction gestion n'est totalement opérante que si les informations de retour ligne et trame sont présentes, ce qui n'est pas toujours le cas sur des châssis anciens.
Les caractéristiques des signaux vidéo de type OSD ne sont pas toujours assujettis aux réglages de l'utilisateur. Une erreur du contenu de l'EEPROM n'est pas obligatoirement répercutée sur l'affichage OSD.

« D » (fig. 17)
Aucune image n'est reproduite, ∀ la cathode commandée.
Vérifier :
• l'alimentation HT (de l'ordre de 200 V),
• la masse,
• le circuit de *mute*,
• le circuit de soufflage du *spot*.
Une panne intermittente peut être à l'origine du défaut.

« E » (fig. 17)
Un ou deux faisceaux sont produits.
Vérifier :
• l'amplificateur vidéo (ou les amplificateurs) ne fonctionnant pas.
• les informations d'asservissement de *cut-off*.
• le tube cathodique.

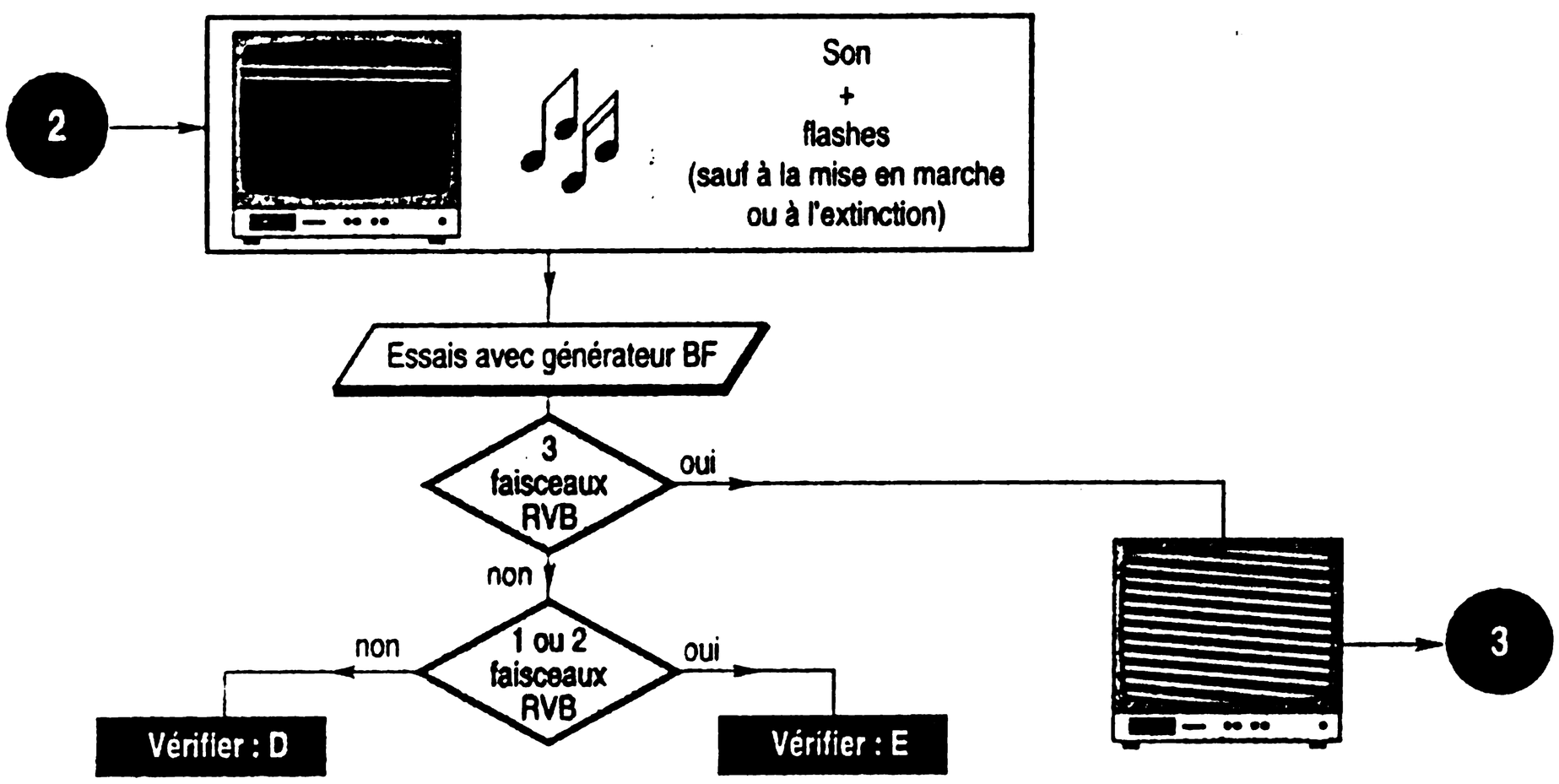


Fig. 17 : Recherche de la fonction cause du défaut (suite).

Après avoir vérifié l'alimentation V_{CC}, la masse et éventuellement les signaux de service (*reset* et horloge), quand il s'agit de circuit numérique, poursuivre par les mesures décrites dans le schéma suivant :

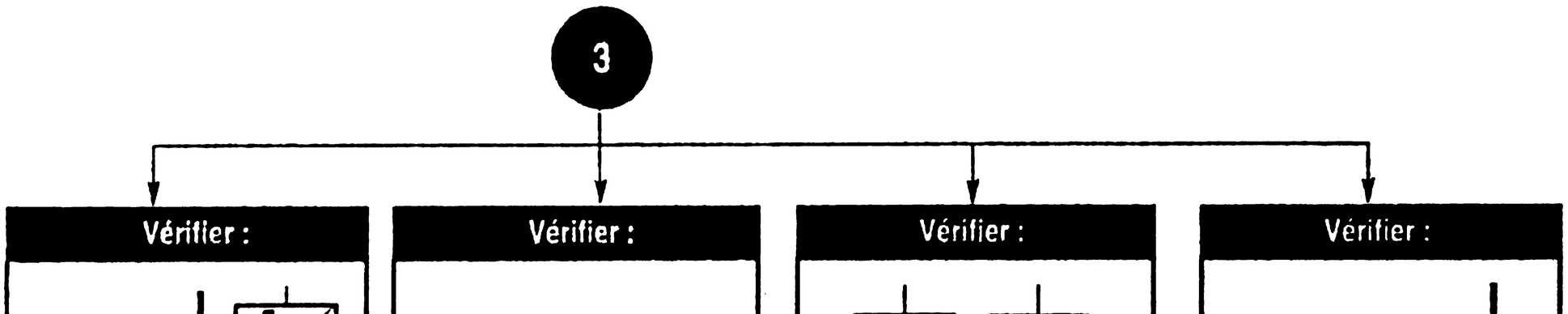


Fig. 18 : Recherche de la fonction cause du défaut (fin).

Une défaillance des circuits de limitation (BCL – *Beam Current Limit* et PBCL – *Peak Beam Current Limit*) peut être envisagée (fig. 18). Un courant de fuite important, dû à un transistor défectueux, peut amener une trop grande limitation du contraste et de la lumière : l'écran est noir.

Un des condensateurs mémorisant la tension d'erreur d'un des circuits d'asservissement de *cut-off* peut être défectueux. Le circuit d'asservissement, pour compenser le défaut, peut demander un courant de faisceau important. Cette anomalie est transmise aux registres de l'interface du bus série (type I2C dans notre cas). La fonction gestion peut alors exécuter un blocage de l'ensemble des canons (*mute* vidéo).

DOMINANTE DE COULEUR EN RÉCEPTION D'UNE CHAÎNE

Conditions de fonctionnement :

- le téléviseur est en marche,
- la syntonisation est réalisée sur une station disponible par l'antenne,
- le choix de la station syntonisée est fait par la télécommande,
- les réglages de lumière, contraste, couleur sont réglés à 50 % des valeurs maximales.

Constatation de fonctionnement :

- l'image est restituée avec une dominante de couleur,
- la géométrie de l'image est correcte,
- l'image est stable,
- le rapport signal sur bruit est bon,
- absence de bruit de chrominance, il n'y a pas de bandes colorées sur l'image,
- le son est correctement rendu (le rapport signal sur bruit est convenable).

ANALYSES DES PREMIÈRES CONSTATATIONS

Analyse de constatation

La géométrie de l'image est normalement restituée et si l'image est stable, alors :

- l'alimentation fonctionne,
- les circuits de balayage ligne et trame fonctionnent,
- la fonction service est synchronisée.

L'image est restituée avec une dominante de couleur, alors (fig. 19) :
• au moins deux parmi les trois faisceaux RVB sont commandés, les tensions de polarisation du tube cathodique sont respectées,
• les amplificateurs de puissance de la voie vidéo fonctionnent partiellement et peuvent présenter des défauts,
• le signal C n'est pas forcément bien traité.

La gestion fonctionne mais il faut configurer le téléviseur en mode service pour avoir les contenus affectés aux réglages des *cut-off* et du gain des amplificateurs vidéo.

Localisation des fonctions mises en cause

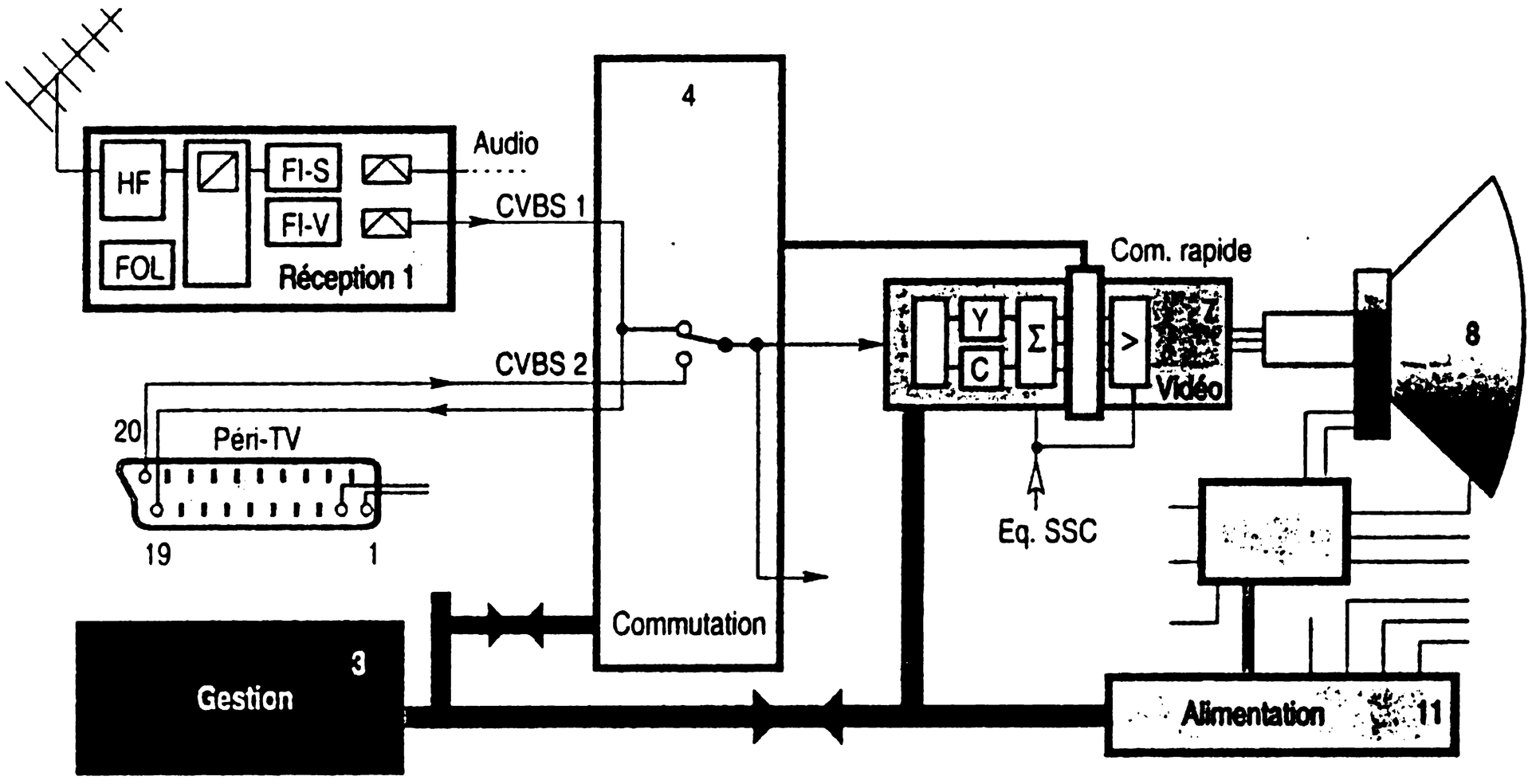


Fig. 19 : Vue partielle de l'organisation fonctionnelle du téléviseur.

RAPPELS THÉORIQUES

L'expression *dominante de couleur* signifie que les proportions du mélange des couleurs primaires ne sont pas respectées :
• un canon débite trop par rapport aux deux autres,
• un canon débite trop peu par rapport aux deux autres (ou est carrément bloqué !)
On parle d'une mauvaise *balance des blancs*.

RECHERCHE DE LA CAUSE DU DYSFONCTIONNEMENT

Les valeurs de référence nécessaires au fonctionnement des circuits d'asservissement vidéo peuvent être stockées dans la mémoire EEPROM de la gestion. Il est possible de vérifier le contenu de la mémoire en configurant le téléviseur en mode service.

Pour effectuer le réglage de la balance des blancs, on utilise la mire de pureté blanche. Le réglage de saturation couleur est placé au minimum. Selon le type de châssis, le réglage de la balance des blancs peut être réalisé par les potentiomètres placés sur les amplificateurs vidéo de puissance (voie verte et voie bleue par exemple). Sur d'autres châssis, le réglage est réalisé à partir de la fonction gestion, le téléviseur étant configuré en mode service.

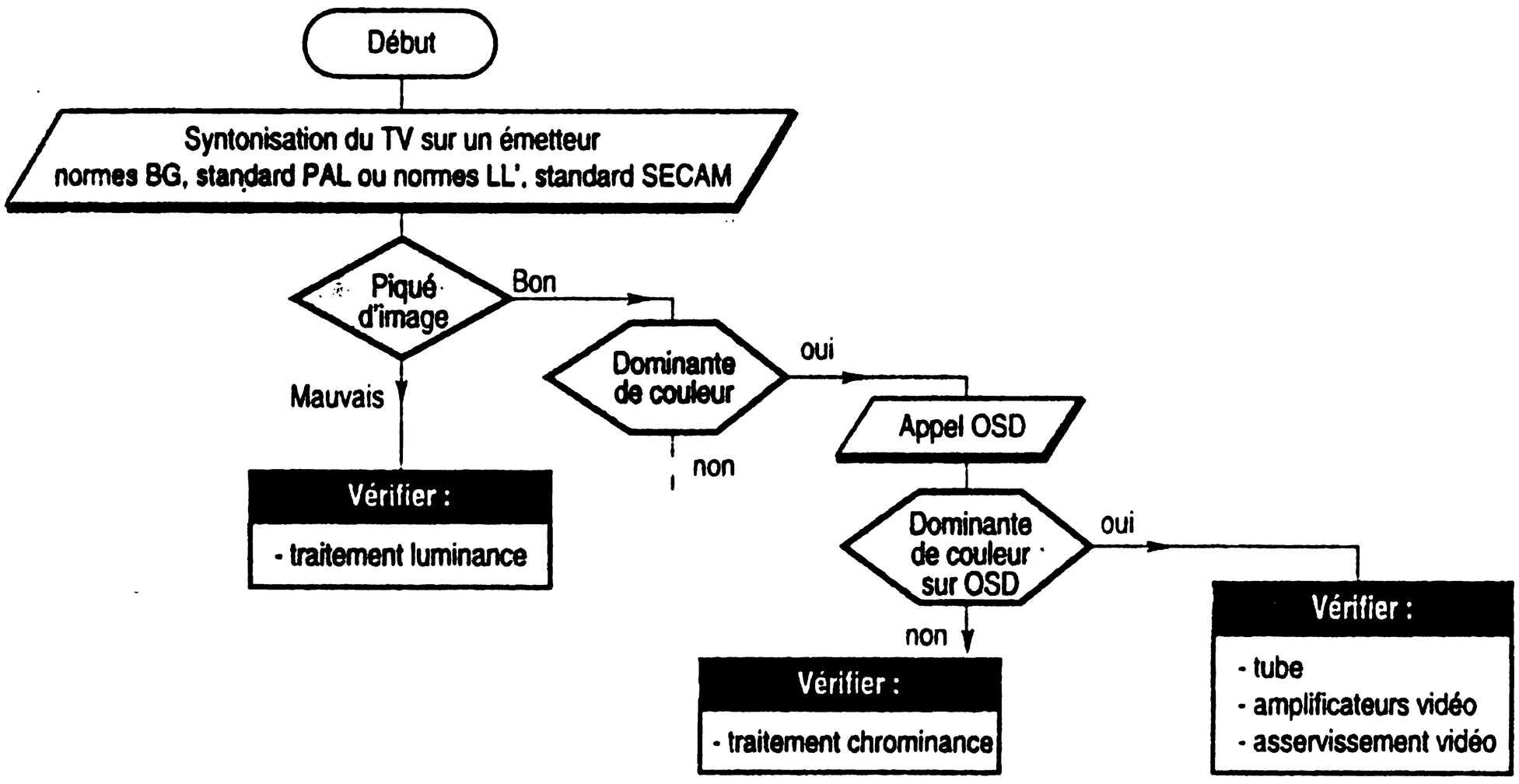
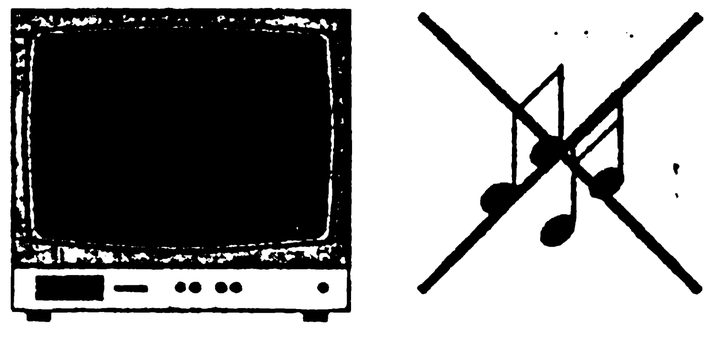


Fig. 20 : Recherche de la fonction cause du défaut.

ÉCRAN NOIR, LED DE VEILLE ALLUMÉE



Constatation de fonctionnement :

- à la mise en marche par l'interrupteur Marche/Arrêt :
la *led* de façade indique un fonctionnement en mode veille,
- l'écran est noir,
- pas de son.

Après quelques instants, une commande de mise en marche (appel d'une chaîne par exemple) est réalisée par la télécommande :
le téléviseur reste en veille,
la *led* de façade ne clignote pas,

• à l'extinction du téléviseur, par l'interrupteur marche/arrêt, l'écran reste noir.

ANALYSE DES PREMIÈRES CONSTATATIONS

Analyse de constatation

La gestion ne fonctionne pas puisque la demande de *sortie de veille* n'est pas interprétée.
Les signaux de service de la fonction gestion doivent être vérifiés :
• alimentation 5 V,
• masse,
• horloge,
• *reset*.

L'alimentation principale fonctionne partiellement dans un mode veille (*stand by*) cependant, vérifier la qualité de la tension 5 V produite.

Localisation des fonctions mises en cause

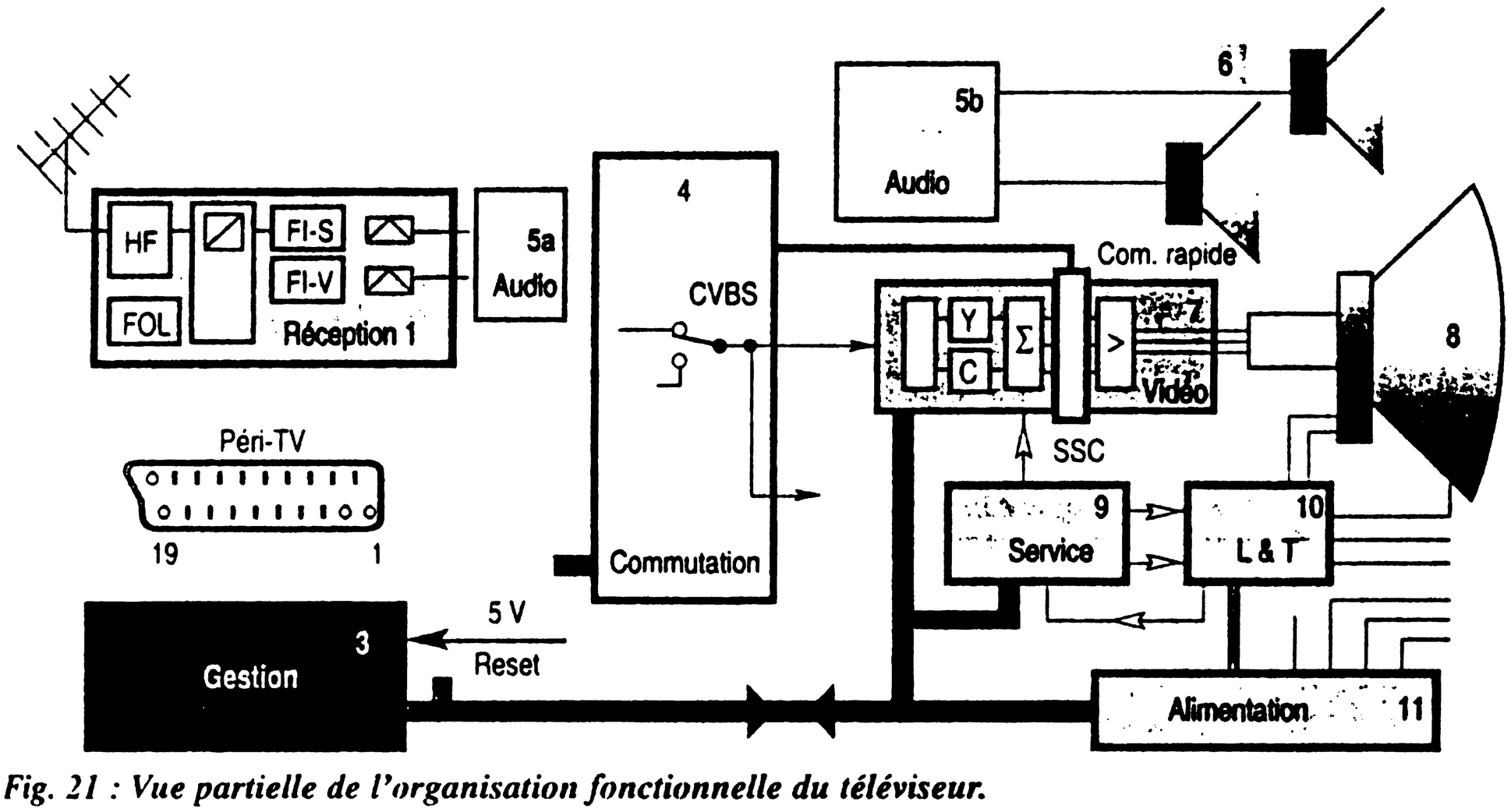


Fig. 21 : Vue partielle de l'organisation fonctionnelle du téléviseur.

ÉTUDE THÉORIQUE

Si la fonction gestion est équipée d'un sous-ensemble d'affichage numérique ou alphanumérique (digit 7 segments par exemple), un affichage incohérent ou aléatoire est caractéristique d'un dysfonctionnement de la fonction gestion.

Quand la fonction gestion n'est pas équipée d'un sous-ensemble d'affichage, une *led* de façade peut accuser réception des ordres envoyés au clavier ou par la télécommande. Si la *led* de façade ne clignote pas quand un ordre est donné, elle peut changer de couleur lors du démarrage du téléviseur (deux *led* sont alors montées dans le même boîtier).

Les signaux de service de la fonction gestion

Ils sont nécessaires au fonctionnement du micro contrôleur (fig. 22) :
L'alimentation régulée (V_{DD} = 5 V) ayant un taux d'ondulation très faible, il est important de mesurer la tension au voltmètre électronique puis de visualiser la tension à l'oscilloscope afin de vérifier qu'il n'existe pas d'ondulation.
La masse V_{SS} : une coupure de piste ou une mauvaise soudure est toujours possible. Vérifier la masse du microcontrôleur par rapport à la masse secondaire du châssis.

L'oscillateur d'horloge ou horloge généralement matérialisé par un quartz (Xtal). Attention à ne pas confondre le circuit d'horloge avec la base de temps nécessaire au générateur de caractères de la fonction OSD quand celle-ci est intégrée à la fonction gestion.

Le générateur de *reset* ou de *reset barre* permettant de démarrer le cycle d'initialisation du microprocesseur. Ce circuit peut être remplacé par un POR (*Power On Reset*, câblé dans les circuits de l'alimentation). L'étude du schéma montre qu'il est parfois facile de provoquer un *reset* artificiel sans risque de destruction de composant. C'est sans doute la solution la plus simple pour s'assurer que le *reset* du microcontrôleur est bien lancé.

REMARQUE Quand les mesures sont faites sur les broches du microcontrôleur ou sur les circuits de technologie MOS, utiliser obligatoirement une sonde au 1/10e.

Architecture et environnement de la fonction gestion

Le microcontrôleur de gestion (µC sur le schéma figure 22) communique par bus série, avec les autres fonctions du téléviseur. Les bus série sont généralement du type I2C ou IM. Les bus sont bidirectionnels. Le micro contrôleur peut lire le contenu des registres des boîtiers esclaves. C'est le programme (*soft*) qui détermine cette éventualité. Le microcontrôleur de façade (l'esclave) fonctionne sous le contrôle du microcontrôleur principal (le maître !).

En absence de transfert, les ports de sortie du micro contrôleur sont configurés en haute impédance (HZ). Un circuit externe (*pull up*) fixe à 5 V le potentiel de chaque ligne. Le micro contrôleur impose les niveaux zéro lors d'un transfert.

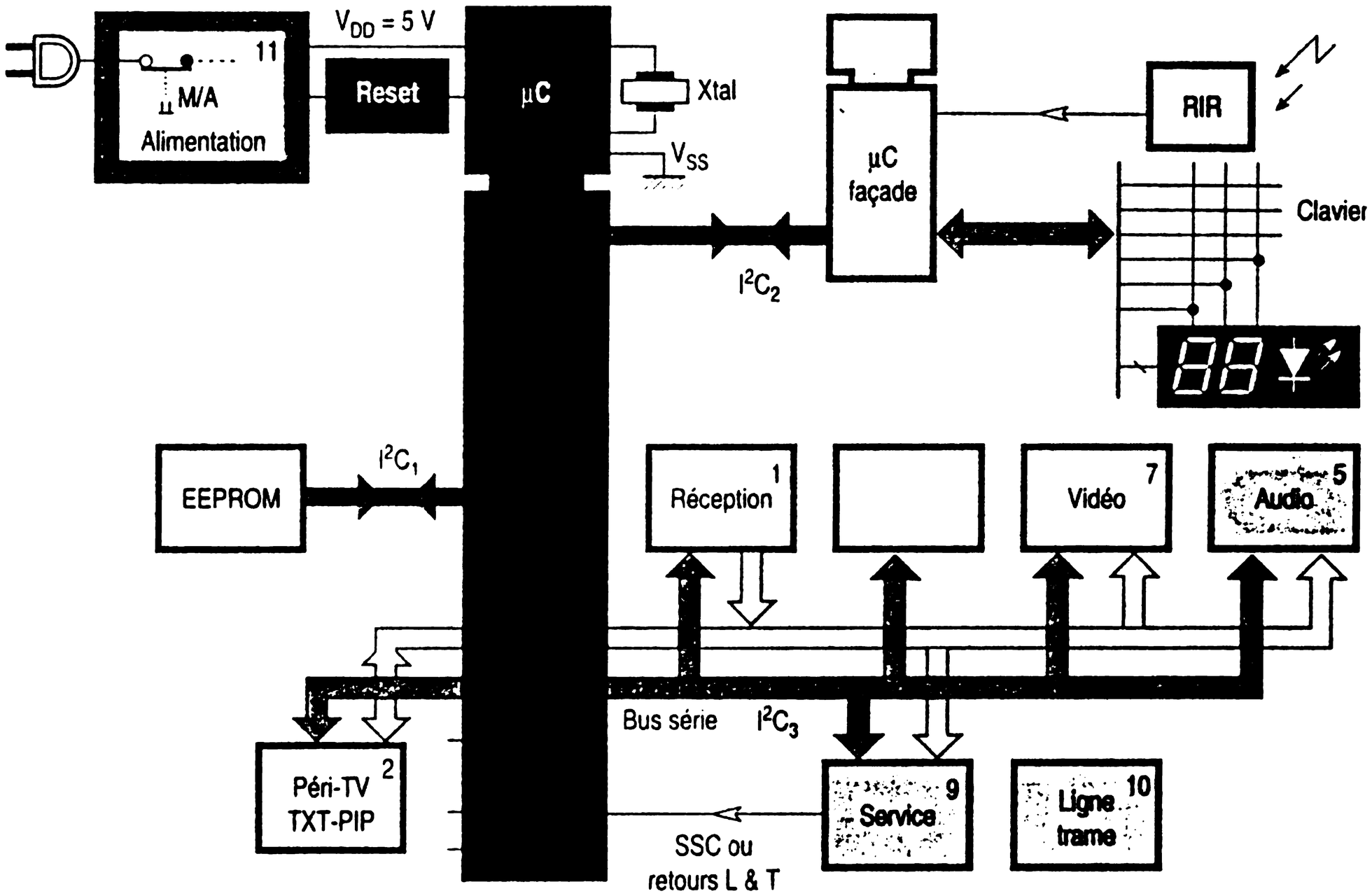


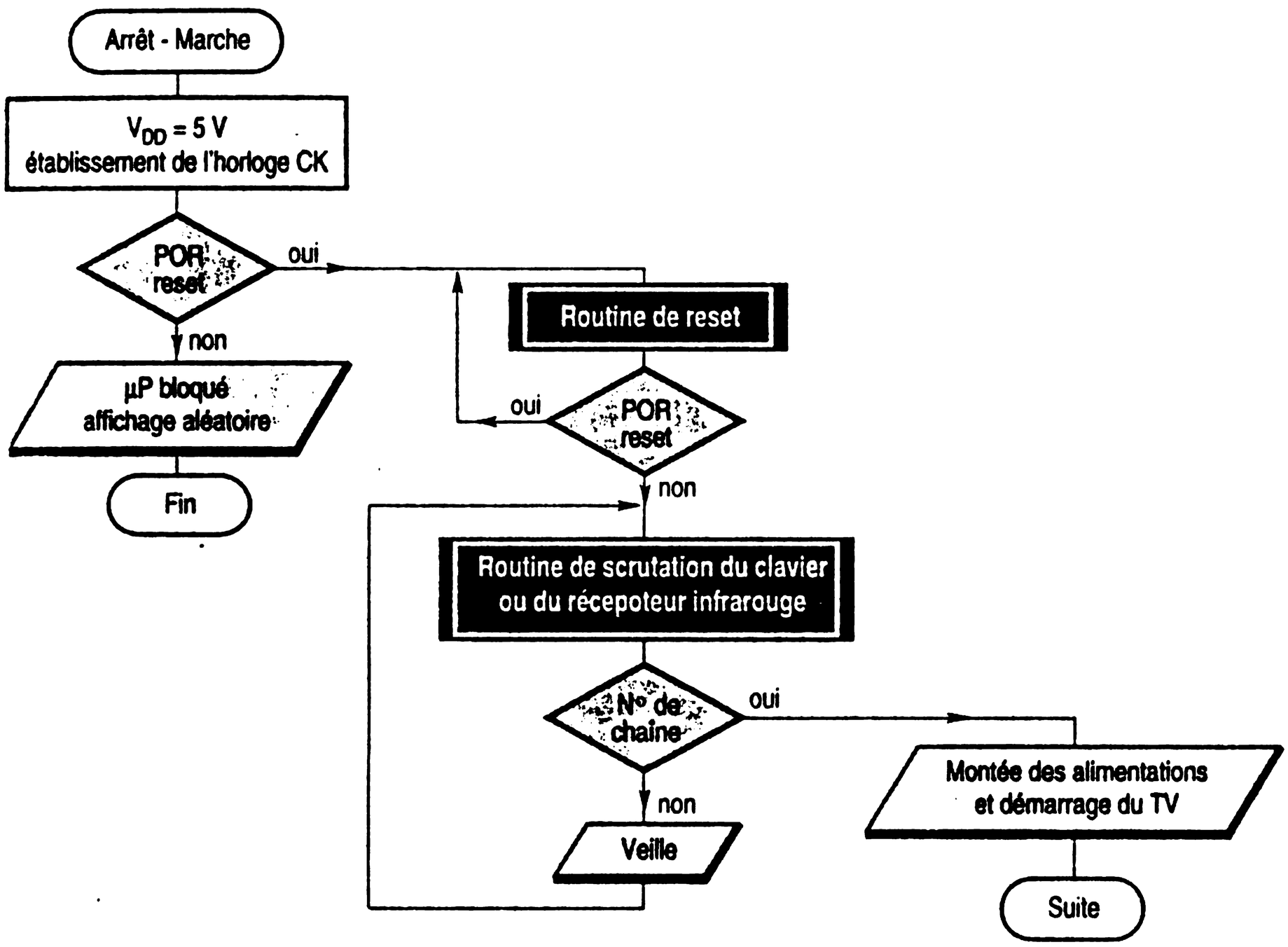
Fig. 22 : La fonction gestion dans le téléviseur.

Lors d'un transfert de données sur le bus, les salves présentes sur la ligne SCL et sur la ligne SData sont simultanées. Si une salve de données est mesurée alors que la ligne d'horloge est muette (ligne bloquée à 5 V), alors on peut dire qu'il y a dysfonctionnement.
Quand le micro contrôleur est bloqué, aucun message n'est transmis sur les lignes de bus.

Démarrage de la fonction gestion

L'algorithme (fig. 23) ne reprend pas les particularités de fonctionnement comme, par exemple, la commande de configuration en mode service du téléviseur.
Compte tenu de l'analyse de la situation, on considère que la gestion est en dysfonctionnement. Il reste à en évaluer la cause.

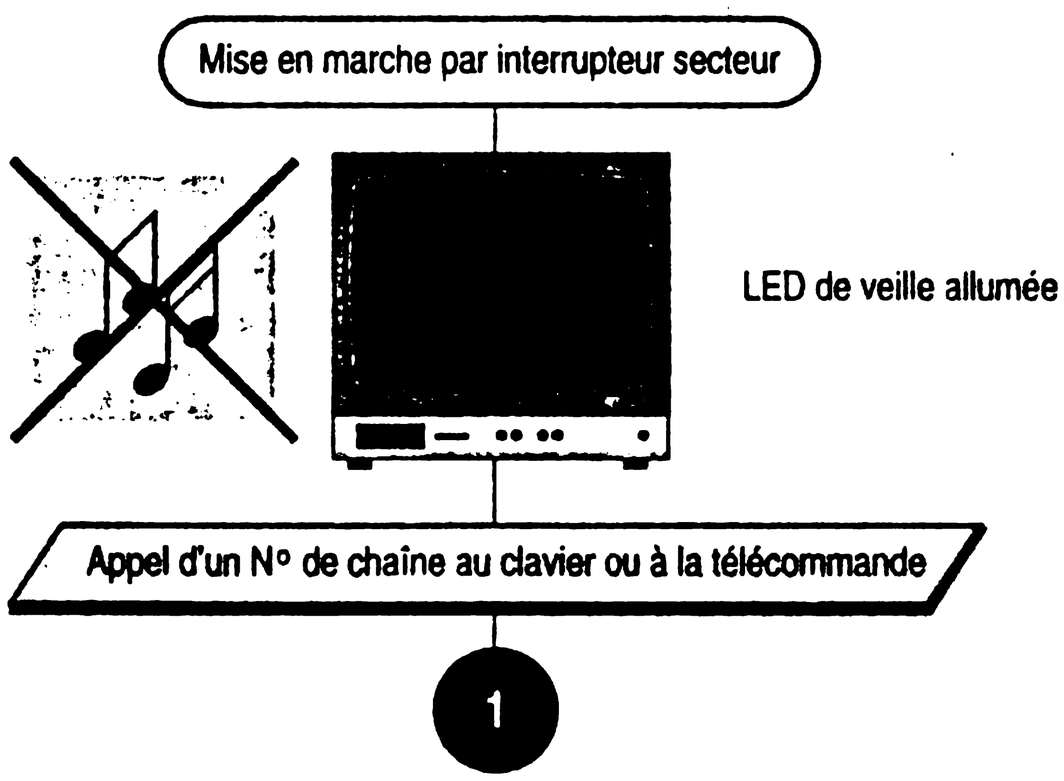
© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.



. 23 : Procédure de démarrage du téléviseur.

RECHERCHE DE LA CAUSE DU DYSFONCTIONNEMENT

On résume la procédure de mise en route du téléviseur (fig. 24). Attention à ne pas se laisser piéger par une télécommande défectueuse. Il va sans dire qu'on se sera assuré que la tension secteur est bien de 220/230 V.



. 24 : Rappel de la situation à la mise en marche.

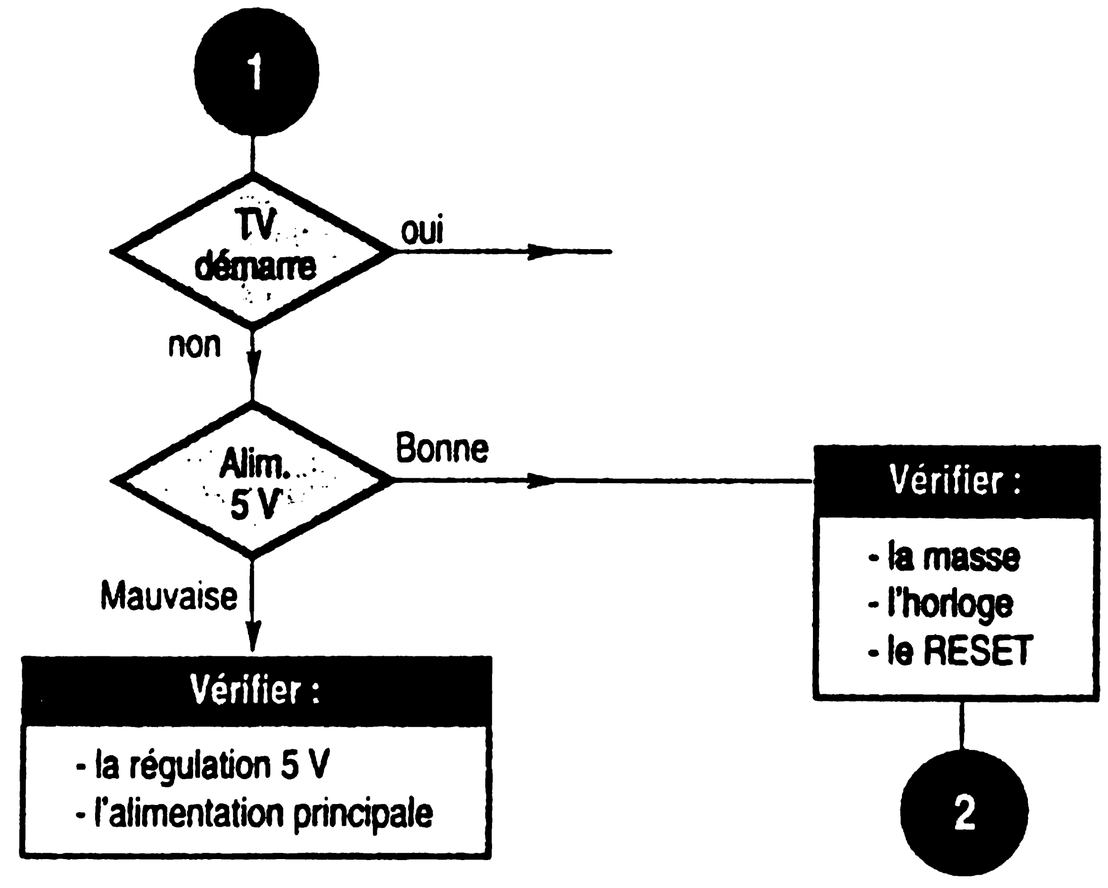


Fig. 25 : Mise en évidence du circuit défectueux.

En situation (2) de l'algorithme (fig. 25), on peut considérer que les signaux de service sont bons. Il est alors nécessaire de contrôler le fonctionnement du microcontrôleur.

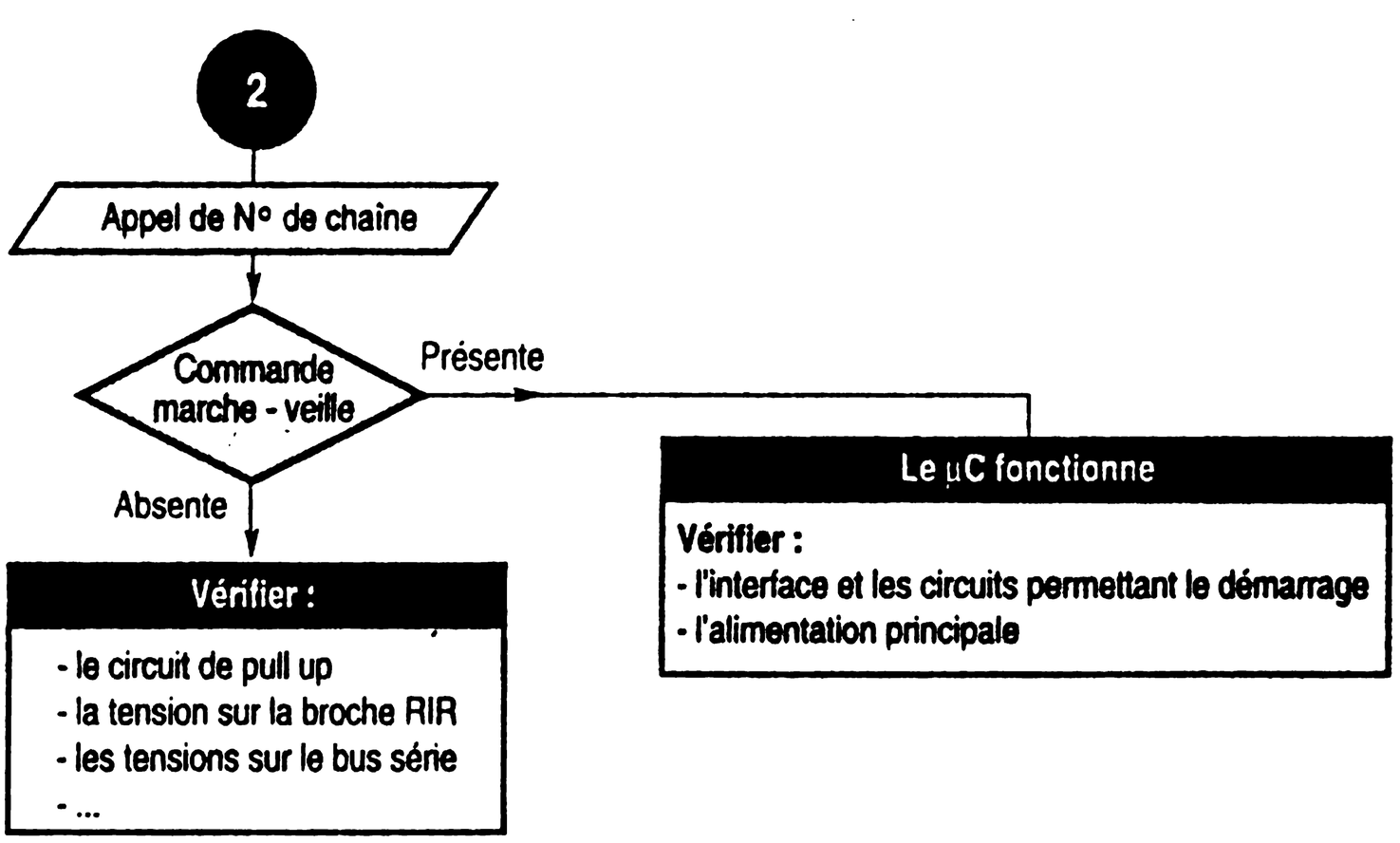


Fig. 26 : Mise en évidence du circuit défectueux (fin).

Visualiser simultanément les lignes SCL et SData à l'oscilloscope. Si aucun transfert n'est réalisé ou si les salves sur les deux lignes ne sont pas en coïncidence, on peut en conclure que le microcontrôleur est la cause du dysfonctionnement. (*cf.* les oscillogrammes donnés en fin du chapitre « Gestion à microcontrôleur «, Points de repère n°2).

© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

CHAPITRE 7
COMPORTEMENT DE COMPOSANTS EN DYSFONCTIONNEMENT

CIRCUITS AMPLIFICATEURS À TRANSISTOR

On considère des amplificateurs à transistor *petits signaux*. Les transistors sont polarisés en classe A :

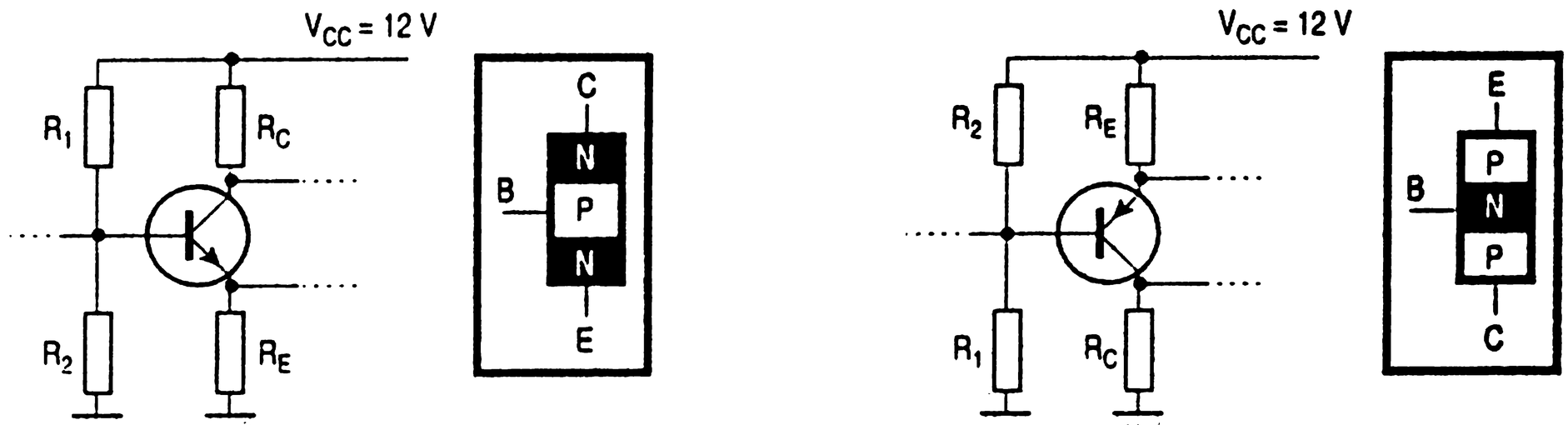


Fig. 1 : Circuits de polarisation des transistors NPN et PNP.

• la tension base-émetteur (NPN) ou émetteur-base (PNP) est normalement de l'ordre de 0,64 V pour des transistors au silicium, quand le transistor est en bon état de fonctionnement,
• au repos, la tension collecteur-émetteur (NPN) ou émetteur-collecteur (PNP) est théoriquement de l'ordre de V_{CC} / 2. On doit pouvoir mesurer une chute de tension sur la résistance câblée dans le circuit de sortie du transistor (RC ou RE). Cette chute de tension indique qu'un courant de repos circule.

Amplificateur émetteur commun

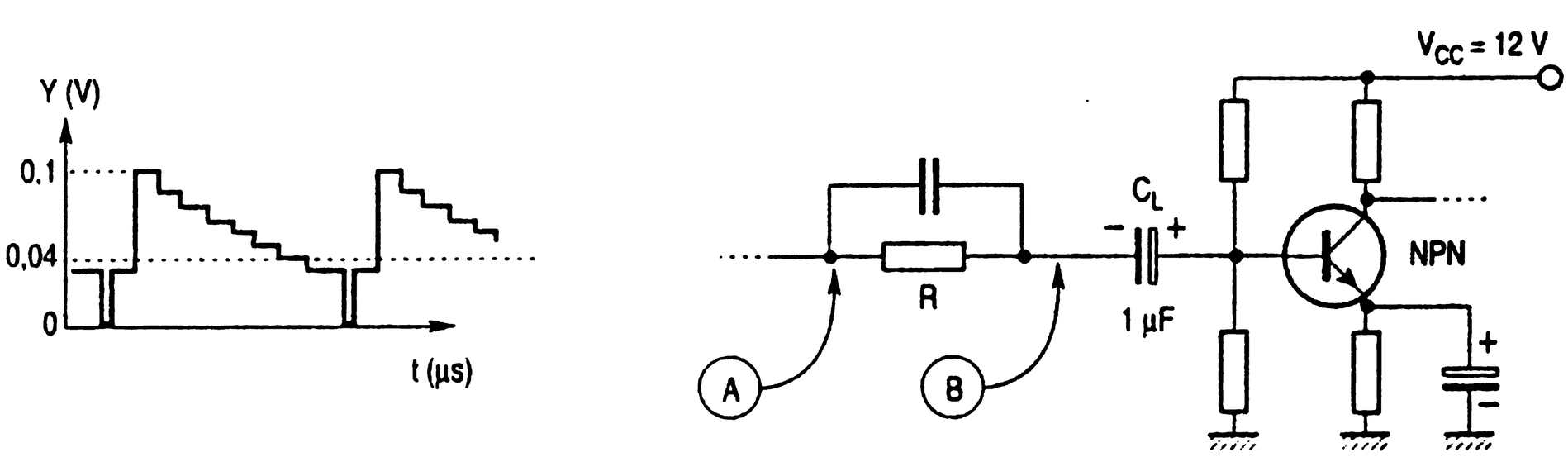


Fig. 2 : Amplificateur EC, classe A, liaison capacitive, transistor NPN.

Une mesure à l'oscilloscope (fig. 2), au point (A), permet de vérifier que le signal Y est présent.
Si une mesure au point (B) indique une absence du signal Y alors on peut envisager les hypothèses suivantes :
• l'élément R est coupé (ou mal soudé),
• la jonction base-émetteur du transistor est en court-circuit.

Considérant la bande des fréquences caractérisant Y, la réactance du condensateur de liaison CL est très faible. Il en est de même de la réactance du condensateur de découplage placé dans le circuit d'émetteur du transistor.
La composante alternative de Y est court-circuitée à la masse *via* la jonction base-émetteur, elle-même en court-circuit. On ne mesure au point (B) que la composante continue préalablement mesurée en (A), soit 0,04 V dans l'exemple.
Une mesure sur la base du transistor permet de vérifier que la jonction base-émetteur est en court-circuit.

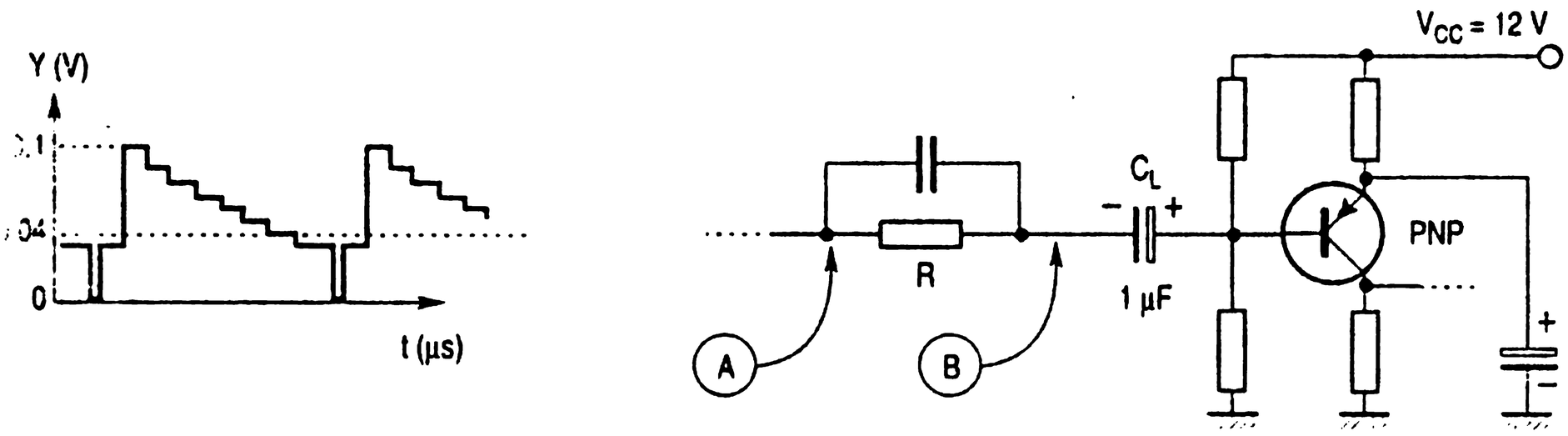


Fig. 3 : Amplificateur EC, classe A, liaison capacitive, transistor PNP.

Quand la jonction base-émetteur du transistor PNP est en court-circuit (fig. 3), la composante alternative du signal à amplifier est mise à la masse et n'est plus mesurable en (B).

Amplificateur collecteur commun

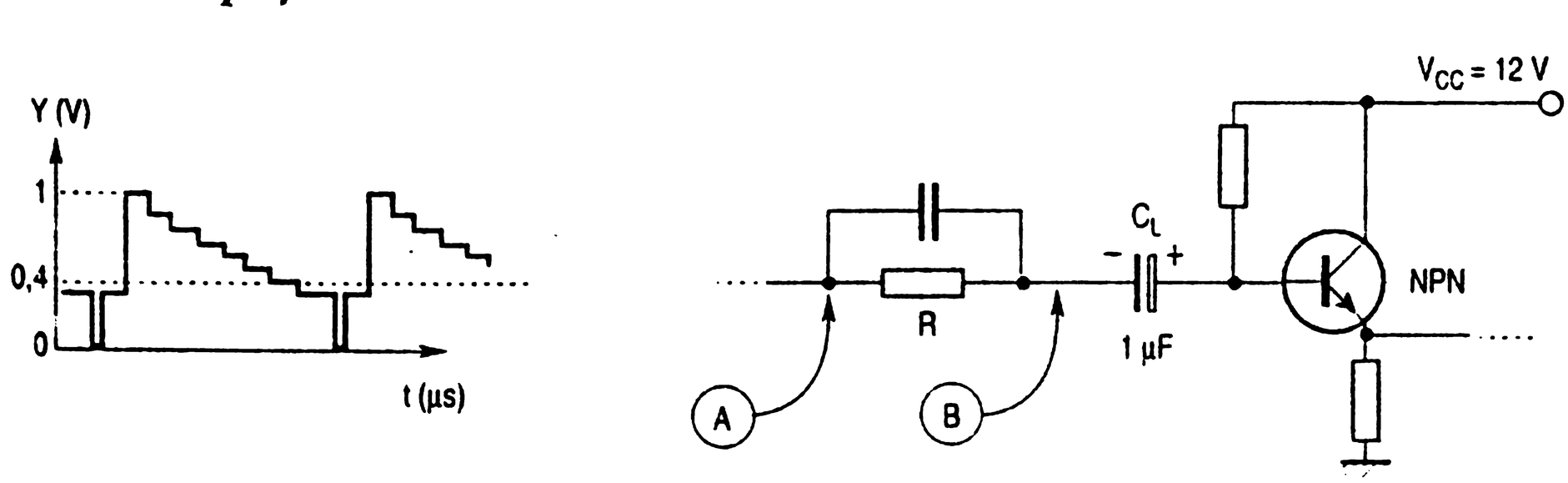


Fig. 4 : Amplificateur CC, liaison capacitive, transistor NPN.

Considérant la jonction base-émetteur du transistor en court-circuit (fig. 4), la composante alternative de Y n'est plus court-circuitée à la masse mais est appliquée aux bornes de la résistance du circuit d'émetteur.

La résistance d'entrée de l'étage amplificateur collecteur commun se trouve remplacée par la résistance du circuit d'émetteur. Cette résistance est plus faible et elle provoque une diminution de l'amplitude du signal.

La bande passante des circuits peut aussi s'en trouver diminuée, ce qui se traduit par une perte de piqué d'image.
La mesure à l'oscilloscope de Y ne met pas toujours en évidence le dysfonctionnement. Il faut comparer les potentiels de base et d'émetteur du transistor.

Amplificateur base commune

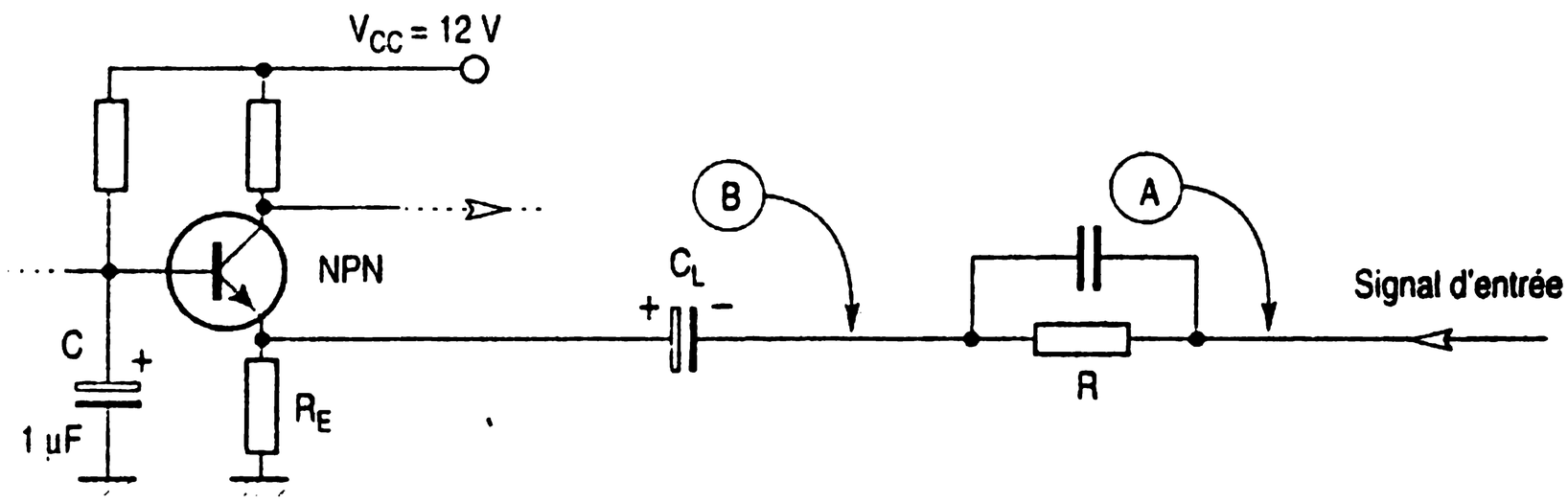


Fig. 5 : Amplificateur BC, liaison capacitive, transistor NPN.

Considérant la jonction base-émetteur du transistor en court-circuit (fig. 5), la composante alternative de Y est court-circuitée à la masse *via* le condensateur C.
La mesure doit permettre de comparer les potentiels de base et d'émetteur du transistor pour mettre en évidence le dysfonctionnement. A l'oscilloscope, on ne mesure plus de signal en sortie du transistor.

CIRCUIT DE COMMUTATION À TRANSISTOR

Commutation de fonction

Un transistor peut être utilisé pour valider ou non une fonction. La commutation est placée dans le circuit d'alimentation ou dans le circuit de charge.

Le transistor T1 réalise une fonction amplification (fig. 6). T2, utilisé en commutation, permet de valider la fonction. Quand T2 est saturé, l'émetteur de T1 est pratiquement fermé sur la masse.

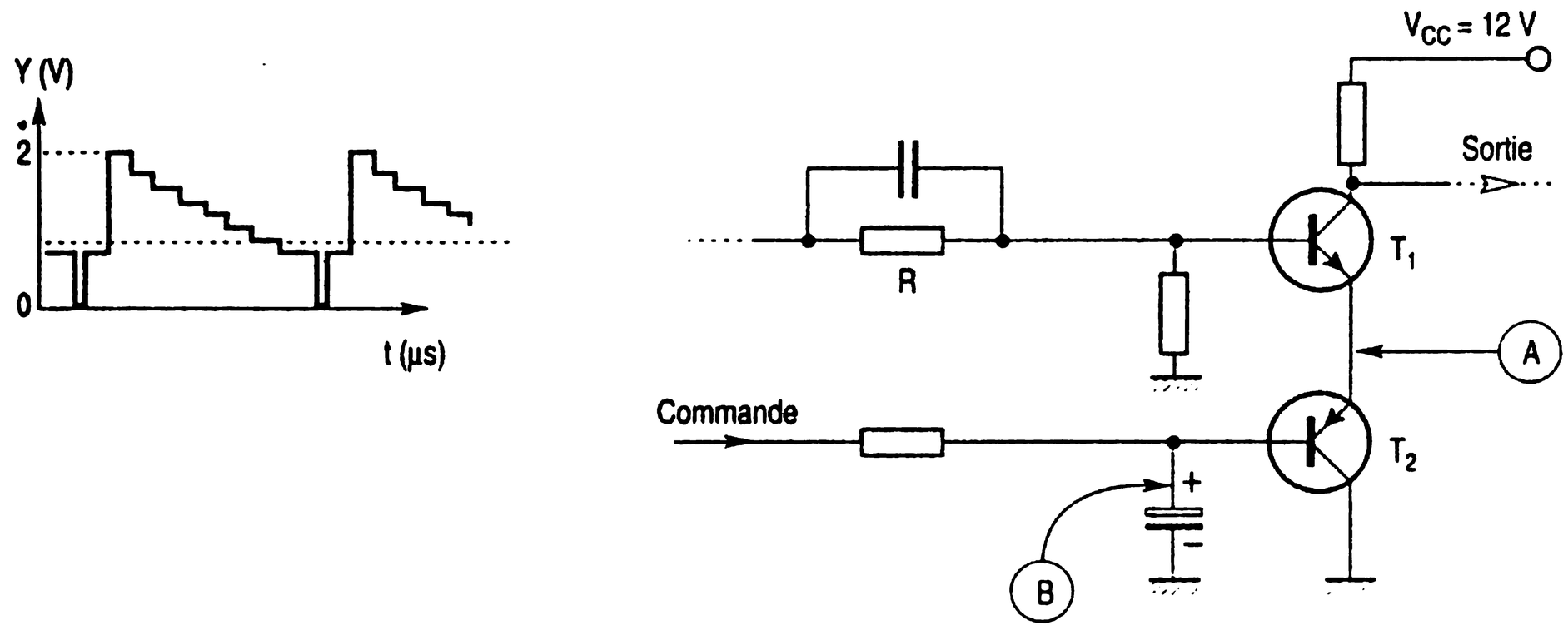


Fig. 6 : Amplificateur commuté.

En fonctionnement normal (fig. 6), la base étant découplée à la masse, le signal en (B) a une composante alternative nulle. Le signal présent sur l'émetteur de T2 doit donc avoir une composante alternative nulle.
Considérons le transistor T2 coupé : le potentiel de T1 *flotte*. À l'oscilloscope, on mesure en (A) le signal Y. La composante alternative en (B) est toujours nulle.

Interface microcontrôleur

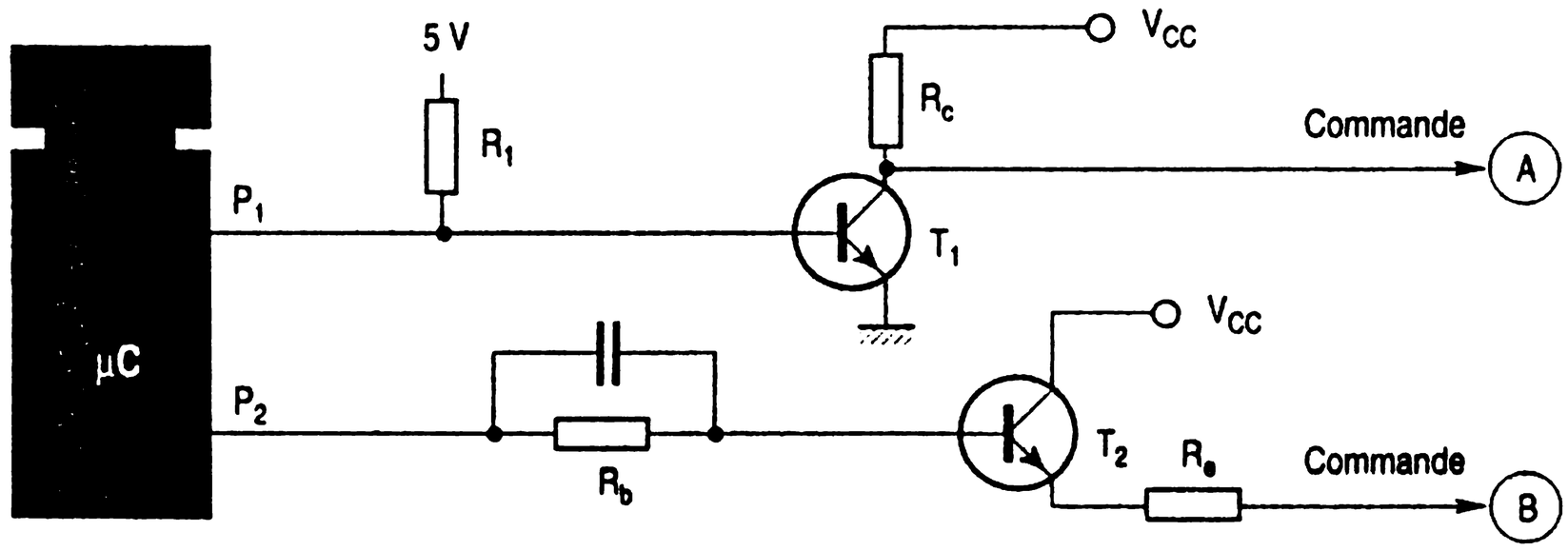


Fig. 7 : Lignes de port en sortie d'un microcontrôleur.

La figure 7 montre deux solutions possibles :
• le port P1 est de type collecteur ouvert. Un circuit de *pull up* (alimentation 5 V et résistance R1) est câblé. Le microcontrôleur n'impose que les niveaux bas en sortie. Un court-circuit interne au transistor T1 peut maintenir la sortie du microcontrôleur à zéro. Quand un tel dysfonctionnement se produit, il peut être nécessaire de dessouder la base de T1 pour mettre en évidence le défaut,
• le port P2 a un circuit interne tel que seuls les niveaux hauts sont imposés. L'analyse montre que si le transistor est en court-circuit, on mesure un niveau haut permanent en sortie de P2.

AMPLIFICATEUR À COMPOSANT LINÉAIRE INTÉGRÉ

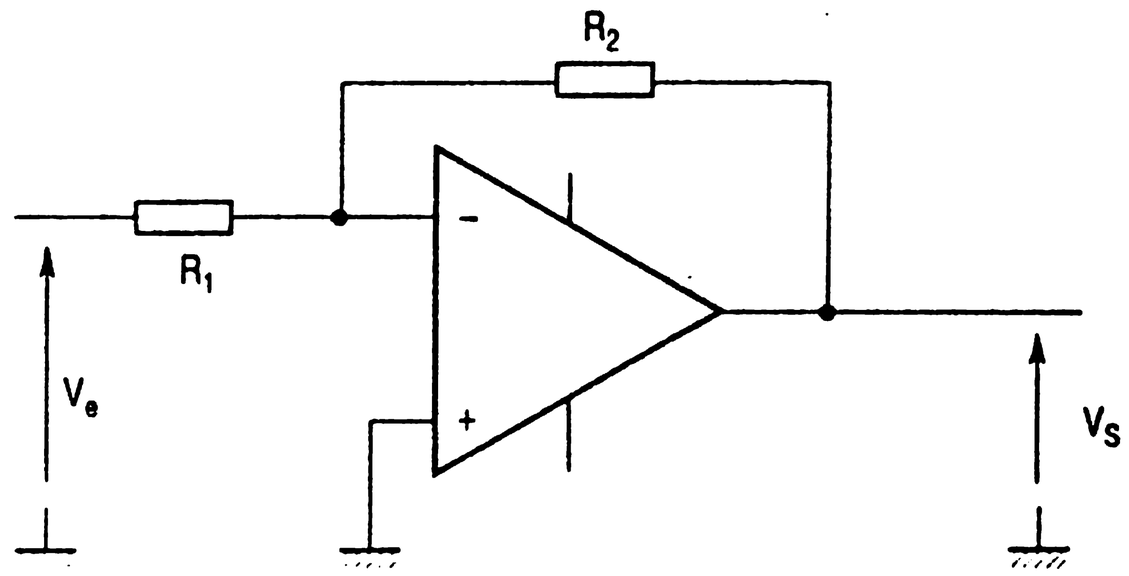


Fig. 8 : Structure type d'un amplificateur inverseur.

Amplificateur inverseur

Pour contrôler le fonctionnement de l'amplificateur (fig. 8), on vérifie à l'oscilloscope que les tensions d'entrée et de sortie sont en opposition de phase.

Quand une coupure interne en entrée du composant intégré se produit, la tension présente sur l'entrée inverseuse (–) devient très différente de la tension présente sur l'autre entrée.

Amplificateur non-inverseur

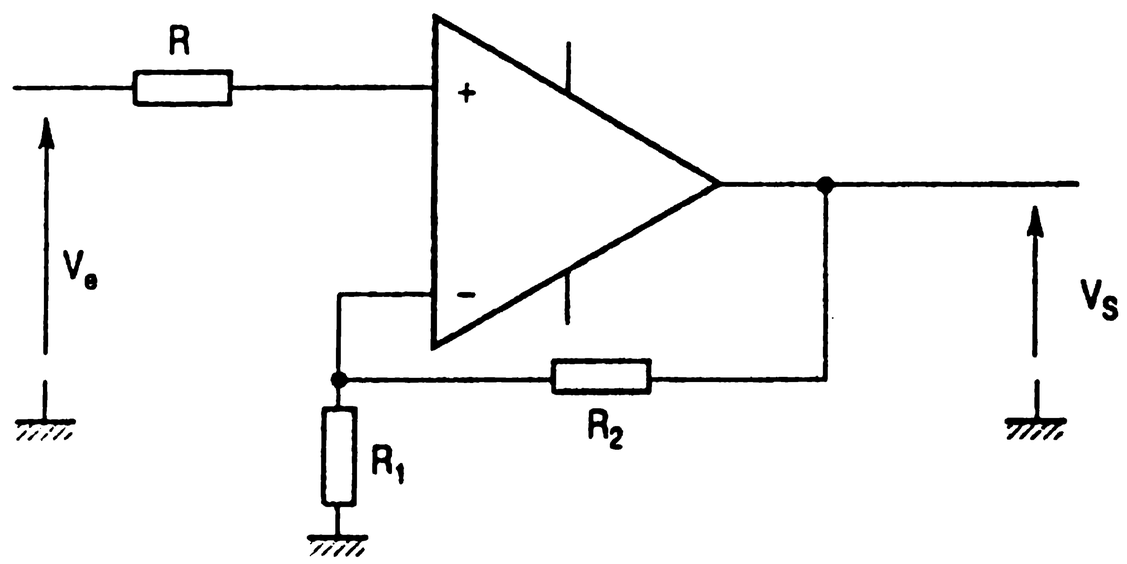


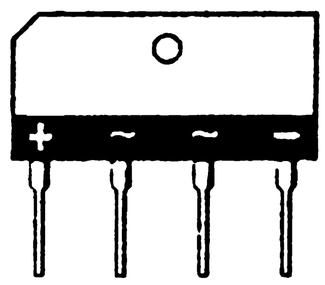
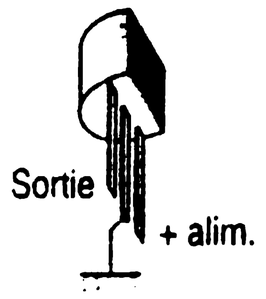
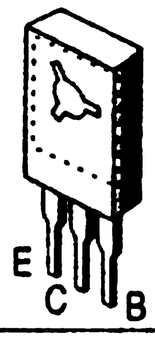
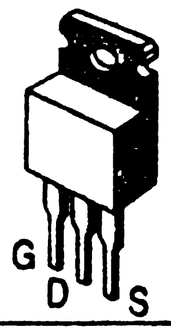
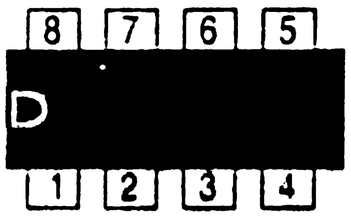
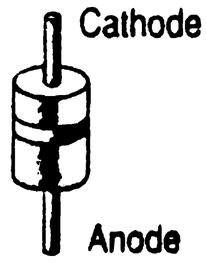
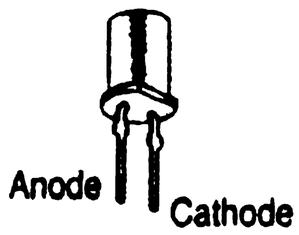
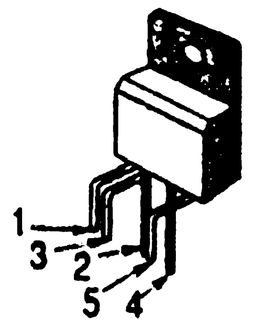
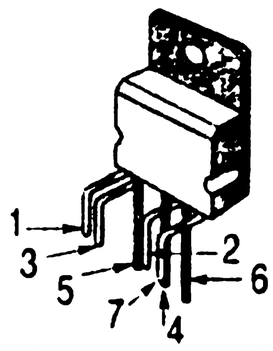
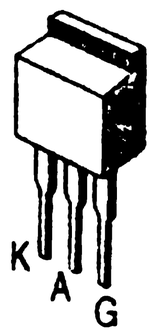
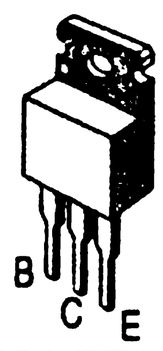
Fig. 9 : Structure type d'un amplificateur non-inverseur.

En fonctionnement normal (fig. 9), on vérifie que la tension de sortie est en phase avec la tension d'entrée. On vérifie aussi que la chute de tension dans la résistance R est nulle.

Quand une coupure interne en entrée du composant intégré se produit, la tension présente sur l'entrée inverseuse (–) devient très différente de la tension présente sur l'autre entrée.

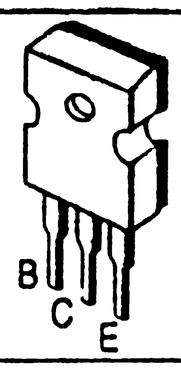
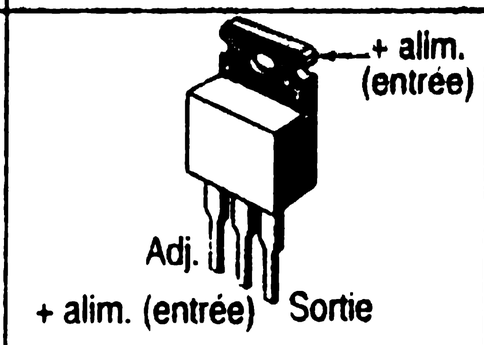
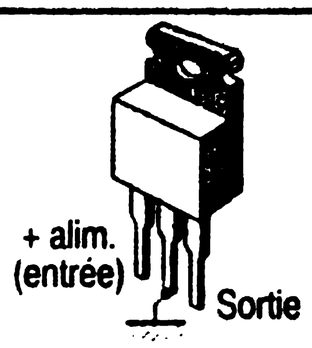
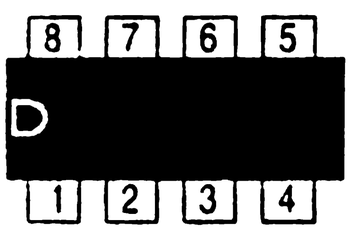
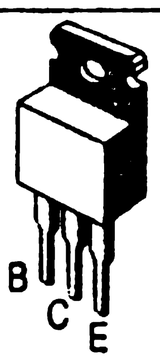
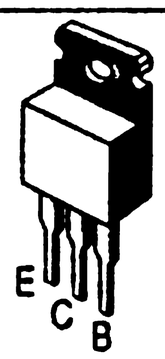
© Dunod. La photocopie non autorisée est un délit.

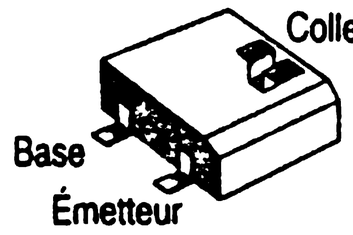
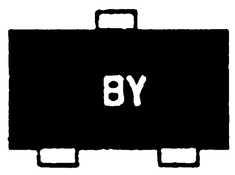
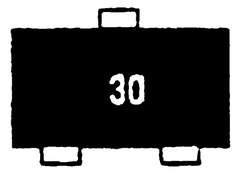
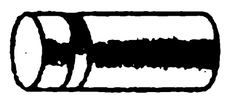
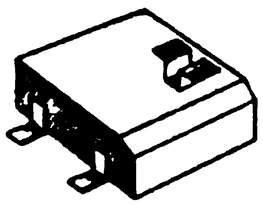
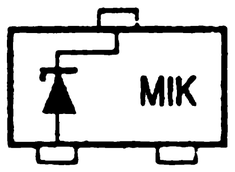
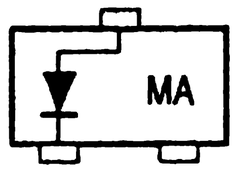
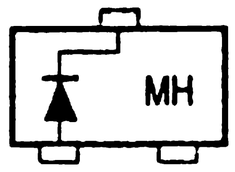
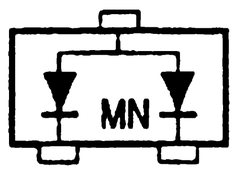
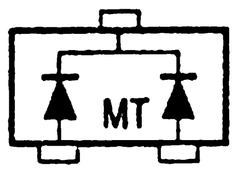
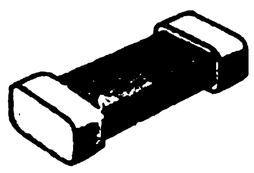
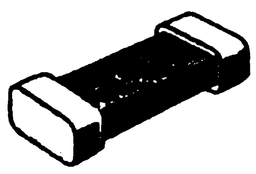
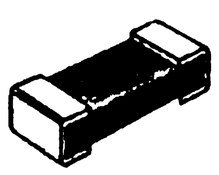
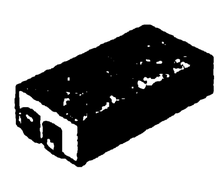
ANNEXE 1
BROCHAGE DES TRANSISTORS ET COMPOSANTS DISCRETS USUELS

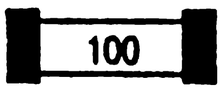
<table>
<tr><td>  </td><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>Pont redresseur</td><td>Régulateur
78 L 05
78 L 12</td><td>BD139
BD561 G
BD785</td><td>MOS de puissance
BUK455
BUZ91 A</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>Repérage des broches</td><td>Diode</td><td>LED</td><td colspan="2">Repérage des broches</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td><td>  </td><td>BDX53 A
BDX54 A

BUT11
BUT11 A

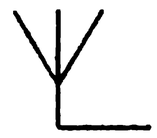
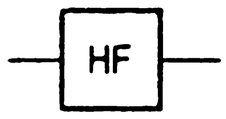
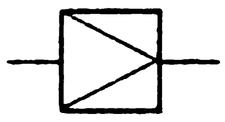
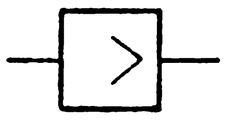
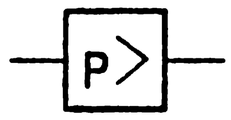
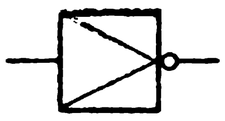
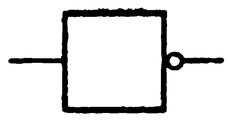
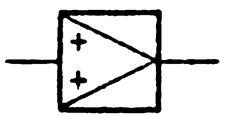
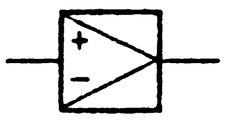
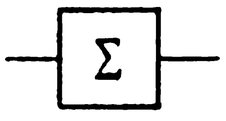
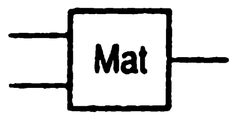
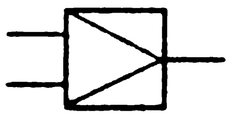
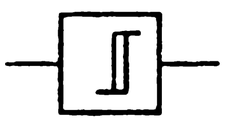
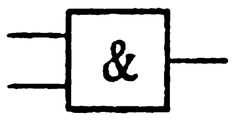
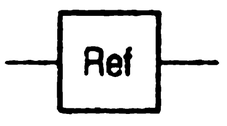
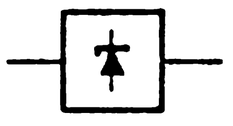
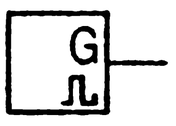
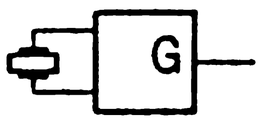
BUX84
BUX85</td><td>BU508

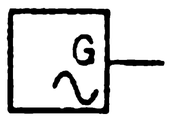
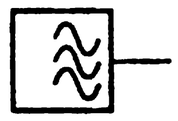
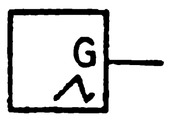
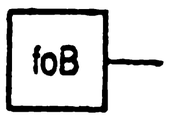
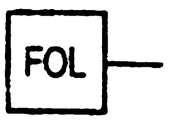
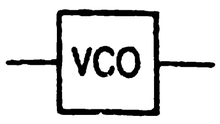
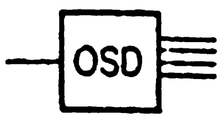
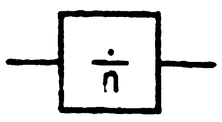
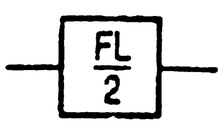
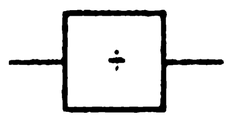
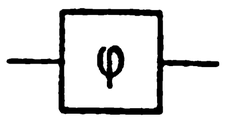
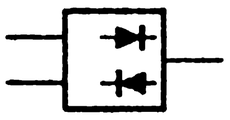
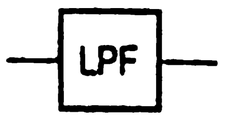
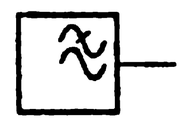
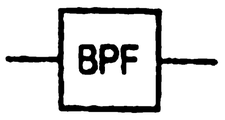
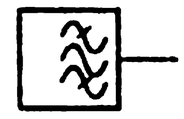
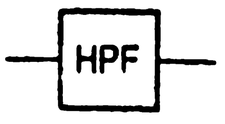
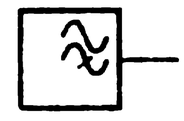
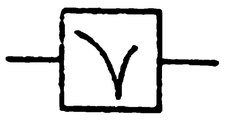
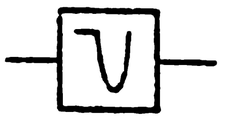
BU806
BU807</td></tr>
<tr><td>TDA 8138 A
TDA 8179 S
TDA 8170</td><td>ESM 740</td><td>BU ligne
BU alimentation</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td><td>  </td><td colspan="2">7805
7806
7809
7812
7815
7824
SFC28**</td></tr>
<tr><td>S2000 AF
S2055 AF</td><td>Régulateur
LM337</td><td>Régulateur
78**</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td><td>  </td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>TDA 4605
TEA 2114</td><td>BD244</td><td>TFK227
GF759</td><td colspan="2"></td></tr>
</table>

	BC237 B BC238 BC307 BC327 B	NPN NPN PNP PNP		BC368 BF422 BF423	NPN NPN PNP
	BC328-40 BC337-40 BC338 BC547 B, C BC548 B, C BC557 BC558	PNP NPN NPN NPN NPN PNP PNP		BF198 BF199 BF926 BF959	NPN NPN PNP NPN
	BC547 ⟺ BC847 BC557 ⟺ BC857 2N2222 ⟺ BSR 14 2N2907 ⟺ BSR 16				
Transistor	Équivalence		2 SC 3395		2 SK 621
					
Transistor	Transistor		MA 704	MA151 A	MA 151 K
					
LED			MA151 WA	MA151 WK	
					
Résistance : les valeurs sont marquées en clair			Condensateur céramique	Condensateur au tantale	

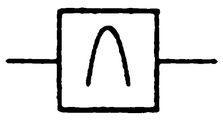
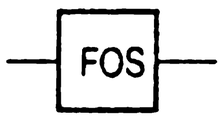
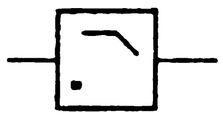
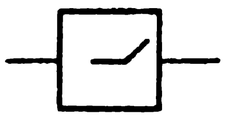
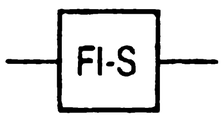
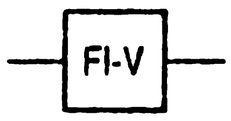
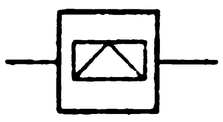
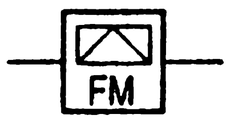
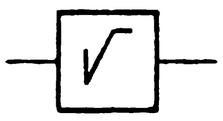
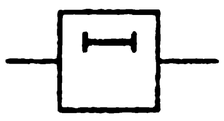
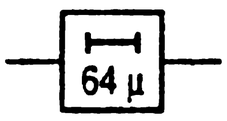
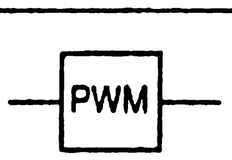
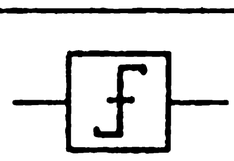
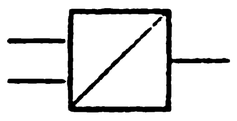
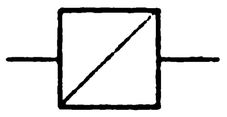
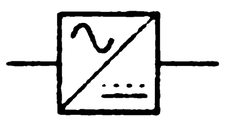
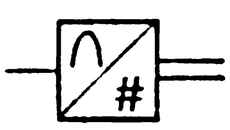
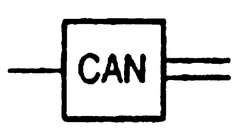
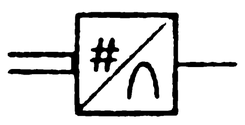
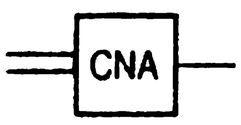
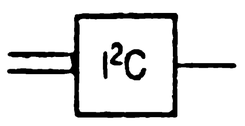
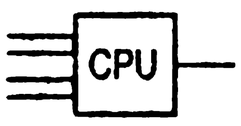
Résistance "chip"	1er chiffre	2ème chiffre	Multiplicateur	Résistance
	4	7	00	4,7 kΩ
	1	0	--	10 Ω
	0	0	--	0 Ω, strap

ANNEXE 2
RÉCAPITULATIF DES PRINCIPAUX SYMBOLES UTILISÉS

	Antenne		Antenne (variante)
	Amplificateur et filtre passe-bande haute fréquence		
	Amplificateur "driver"		
	Amplificateur (variante)		Amplificateur de puissance
	Amplificateur inverseur		Inverseur (variante)
	Amplificateur sommateur ou comparateur (selon le contexte)		
	Amplificateur soustracteur ou comparateur (selon le contexte)		
	Additionneur, matrice		Matrice (fonction réciproque)
	Comparateur de tension ou amplificateur		
	Circuit de mise en forme, circuit à seuil		Fonction ET
	Référence de tension		(variante)
	Générateur de signaux rectangulaires		Oscillateur à quartz, horloge

	Générateur de signaux sinusoïdaux		Oscillateur (variante)
	Générateur de signaux en dent de scie ou rampe de tension		
	Générateur de sous-porteuse 4.250 MHz		Générateur de sous-porteuse 4,406 MHz
	Oscillateur local, fréquence de l'oscillateur local		
	"voltage controled oscillator", commandé par une tension		
	Générateur de caractères, "on screen display"		
	Diviseur de fréquence ligne par "n"		
	Diviseur de fréquence ligne par 2		Diviseur de fréquence (symbole général)
	Comparateur de phase		Comparateur de phase (variante)
	Filtre passe-bas "low pass filter"		Filtre passe-bas (variante)
	Filtre passe-bande "band pass filter"		Filtre passe-bande (variante)
	Filtre passe-haut "high pass filter"		Filtre passe-haut (variante)
	Filtre coupe-bande, par exemple, filtre "trappe" SECAM centré sur 4,286 MHz		
	Filtre coupe-bande, par exemple, filtre réjecteur PAL centré sur 4,43 MHz		

Récapitulatif des principaux symboles utilisés

	Filtre cloche SECAM, centré sur 4,286 MHz, "bell filter"		Filtre "anti-cloche" SECAM, "anti bell filter"
	Filtre à onde de surface, filtre céramique		
	Filtre de désaccentuation, filtre passe-bas		Filtre d'accentuation, filtre passe-haut
	Fréquence intermédiaire, voie audio (son)		Fréquence intermédiaire, voie vidéo
	Démodulateur (symbole général)		Démodulateur FM
	Limiteur, écrêteur		
	Ligne à retard (symbole général)		Ligne à retard 64 µs
	"pulse wave modulator" rapport cyclique variable		Modulateur de phase (variante)
	Transposeur, mélangeur, modulateur (selon contexte)		
	Extracteur trieur		Extracteur de "burst key" (par exemple)
	Convertisseur alternatif → continu		
	Convertisseur analogique → numérique		Convertisseur (variante)
	Convertisseur numérique → analogique		Convertisseur (variante)
	Interface de bus série synchrone type I²C		"central processing unit" unité centrale

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

Cours de télévision. U. ALLAEYS. *Eyrolles Éditeur*. Paris.
Cours fondamental de télévision. R. BESSON. *Éditions Radio*, Paris.
Digital Signal Processing, C. MARVEN & G. EWERS. *Édition Texas Instruments*, Oxford.
La télévision en couleur, W.A. HOLM. *Édition Dunod*, Paris.

TOME 1

Gestion à µC

PHILIPS	bus I2C	
GRUNDIG	CUC3000	Instructions de service du châssis CUC3000
INTERMETAL	IM bus	

Commutations audio-vidéo

SONY	AE-2	*Service manual* du châssis AE-2
PHILIPS	FL1.*	*Service manual* du châssis FL1.1

Traitement vidéo

PHILIPS	GR2.*	Documents de cours du châssis GR2.1
THOMSON	ICC7	Guide technique du châssis ICC7
NOKIA (OCEANIC)	EURO-DIGI	Dossier technique du châssis EURO-DIGI
THOMSON	IDC2	Guide technique du châssis IDC2
PHILIPS	FL1.*	Résumé de cours du châssis FL1.100Hz
GRUNDIG	CUC4400	Instructions de service du châssis CUC4400

TOME 2

Alimentation à découpage

NOKIA (OCEANIC)	EURO-DIGI	Dossier technique du châssis EURO-DIGI
THOMSON	ICC4	Documentation technique du châssis ICC4

GRUNDIG	CUC44**, CUC53**	Instructions de service des châssis CUC****
THOMSON	IKC2	Documentation technique du châssis IKC2
THOMSON	ICC7	Guide technique du châssis ICC7
THOMSON	ICC9	Documentation technique du châssis ICC9
PHILIPS	G90-G110	*Service manual* des châssis G90-G110
PHILIPS	GR2.*	Documents de cours du châssis GR2.1
PHILIPS	FL1.*	*Service manual* du châssis FL1.1

Fonction service, générateur « petits signaux »

PHILIPS	TDA2579	Manuel technique - RTC -
THOMSON	ICC7	Documentation technique du châssis ICC7
THOMSON	IDC2	Documentation technique du châssis IDC2

Balayage ligne et circuits associés

THOMSON	ICC4	Documentation technique du châssis ICC4
THOMSON	ICC9	Documentation technique du châssis ICC9
NOKIA (OCEANIC)	EURO-DIGI	Dossier technique du châssis EURO-DIGI
THOMSON	ICC7	Guide technique du châssis ICC7
PHILIPS	FL1.*	*Service manual* du châssis FL1.1
THOMSON	IDC2	Guide technique du châssis IDC2
GRUNDIG	CUC4400	Instructions de service du châssis CUC4400

Balayage trame et circuits associés

THOMSON	ICC7	Documentation technique du châssis ICC7
GRUNDIG	CUC4400	Instructions de service du châssis CUC4400
OCEANIC	« faible consommation »	Dossier technique du châssis
PHILIPS	FL1.*	*Service manual* du châssis FL1.1
THOMSON	ICC3	Guide technique du châssis ICC3

Imprimerie Arts Graphiques du Perche 28240 Meaucé
Dépôt légal : août 1996 — N° d'Imprimeur 961363

Cours de TÉLÉVISION

Tome 1 — Réception, norme, gestion, traitement vidéo

Cet ouvrage en deux volumes explique le principe des techniques mises en œuvre dans les récepteurs de télévision les plus récents du marché.

L'évolution des produits ne permet plus qu'on ignore les concepts mis en place en matière de fonctions ou de circuits. L'ouvrage met en évidence les nouveaux modes de fonctionnement des divers composants de téléviseur. Les principaux circuits actuellement utilisés en télévision sont dépouillés et analysés. Les mesures et oscillogrammes pertinents, réalisés sur châssis, permettent au lecteur de se construire des points de repère. L'analyse de pannes met en oeuvre des instruments de diagnostic, dans la mesure où le lecteur est amené à intervenir sur le téléviseur.

Dans cet ouvrage, l'auteur s'adresse aux techniciens et aux étudiants préparant les métiers de l'installation, de la maintenance des matériels audiovisuels et multimédia ainsi qu'aux métiers relatifs à la production industrielle. L'amateur « éclairé » y trouvera matière à réflexion.

Cours de Télévision

Tome 2 • Alimentation à découpage, balayages ligne et trame

9 782100 028320

Code 042832
ISBN 2 10 002832 4

DUNOD